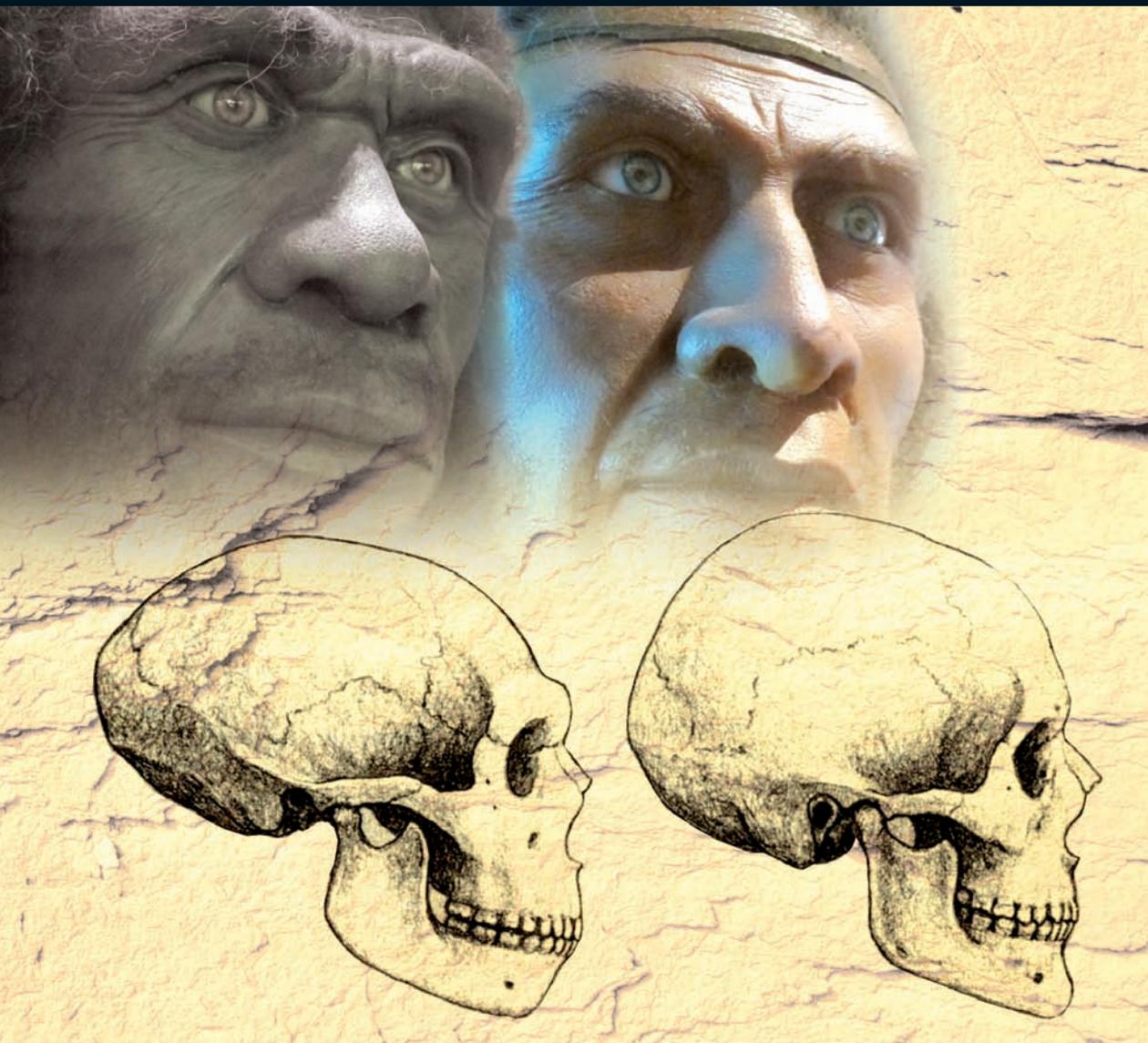


# Visiones del ser humano **Del pasado al presente**

Coordinadores: Dra. Ana Mateos Cachorro y D. Alfonso Perote Alejandre





© Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez-Cuétara  
INSTITUTO TOMÁS PASCUAL SANZ

Dirección postal y correspondencia: Paseo de la Castellana, 178, 3.º Derecha. Madrid 28046

Domicilio fiscal: c/ Orense, 70. Madrid 28020

Tel.: 91 703 04 97. Fax: 91 350 92 18

[www.institutotomaspascual.es](http://www.institutotomaspascual.es) • [webmasterinstituto@institutotomaspascual.es](mailto:webmasterinstituto@institutotomaspascual.es)

© CENIEH (Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana)

P.º Sierra de Atapuerca, s/n. 09002 Burgos

Tel.: 947 04 08 00. Fax: 947 04 08 10

[www.cenieh.es](http://www.cenieh.es)

Coordinación editorial:



Alberto Alcocer, 13, 1.º D. 28036 Madrid

Tel.: 91 353 33 70. Fax: 91 353 33 73

[www.imc-sa.es](http://www.imc-sa.es) • [imc@imc-sa.es](mailto:imc@imc-sa.es)

Ni el propietario del copyright, ni el coordinador editorial, ni los patrocinadores ni las entidades que avalan esta obra, pueden ser considerados legalmente responsables de la aparición de información inexacta, errónea o difamatoria, siendo los autores los responsables de la misma.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo las fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de almacenamiento de información, sin permiso escrito del titular del copyright.

ISBN: 978-84-7867-085-7

Depósito Legal: M-17154-2012

# Visiones del ser humano Del pasado al presente

## Coordinadores

**Dra. Ana Mateos Cachorro**

*Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH).*

**D. Alfonso Perote Alejandre**

*Director de Proyectos del Instituto Tomás Pascual Sanz.*

## Autores

**Dr. Markus Bastir**

*Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid.*

**Dra. Isabel Cáceres Cuello de Oro**

*Àrea de Prehistoria, Universitat Rovira i Virgili (URV).  
IPHES, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social. Tarragona.*

**Dra. Celia Carrillo Pérez**

*Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos de la Universidad de Burgos.*

**Dra. María del Pilar Casado Martínez**

*Sección de Neurociencia Cognitiva. Centro Mixto UCM-ISCIll para la Evolución  
y el Comportamiento Humanos. Madrid.  
Departamento de Psicobiología. Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid.*

**Dr. Jesús J. de la Gándara Martín**

*Jefe del Servicio de Psiquiatría. Complejo Asistencial Universitario de Burgos.*

**Dr. Marco de la Rasilla Vives**

*Área de Prehistoria, Departamento de Historia. Universidad de Oviedo.*

**Dra. Núria Español Armengol**

*Licenciada Especialista en Psiquiatría. Unidad Regional de Trastornos de la Conducta Alimentaria  
de Castilla y León. Servicio de Psiquiatría del Complejo Asistencial Universitario de Burgos.*

**D.ª Almudena Estalrich Albo**

*Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid.*

**D. Antonio García-Taberero**

*Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid.*



**D. Samuel García Vargas**

*Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid.*

**Dra. Rosa Huguet Pàmies**

*IPHES, Unidad Asociada al CSIC, Àrea de Prehistoria. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.*

**Dr. Jorge Laborda Fernández**

*Catedrático de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Medicina,  
Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete.*

**Dr. Carles Lalueza Fox**

*Instituto de Biología Evolutiva Universitat Pompeu Fabra (UPF)-CSIC. Barcelona.*

**Dr. José Manuel Maíllo Fernández**

*Dpto. de Prehistoria y Arqueología. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.*

**Dr. Manuel Martín-Loeches Garrido**

*Centro Mixto UCM-ISCI3 de Evolución y Comportamiento Humanos. Madrid.*

**Dr. Vicente Molina Rodríguez**

*Profesor Titular de Psiquiatría. Universidad de Valladolid.*

**Dr. Arcadi Navarro Cuartiellas**

*Institute of Evolutionary Biology (UPF-CSIC), PRBB. Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats  
(ICREA) y Universitat Pompeu Fabra (UPF). Barcelona.*

**D. Ángel Peña Melián**

*Departamento de Anatomía y Embriología Humana I. Facultad de Medicina,  
Universidad Complutense de Madrid.*

**Dr. Antonio Rosas González**

*Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid.*

**D. David Santamaría Álvarez**

*Área de Prehistoria, Departamento de Historia. Universidad de Oviedo.*

**Dr. Honorio M. Velasco Maíllo**

*Departamento de Antropología Social. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).  
Ed. Humanidades. Madrid.*

**Dr. João Zilhão**

*Profesor de Investigación ICREA, Universitat de Barcelona, Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques;  
Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia.  
Facultat de Geografia i Història. Barcelona.*

# Índice

---

**7**

## **Prólogo**

Ricardo Martí Fluxá

---

**9**

## **Presentación**

Dra. Ana Mateos Cachorro

---

**13**

## **Genes, dinero y Darwin: una nueva aproximación al estudio de la evolución humana**

Dr. Arcadi Navarro Cuartiellas

---

**23**

## **Rituales del cuerpo**

Dr. Honorio M. Velasco Maíllo

---

**33**

## **El lenguaje de los besos. Una teoría sobre la conducta de besar**

Dr. Jesús J. de la Gándara Martín

---

**41**

## **Los neandertales y la emergencia del simbolismo**

Dr. João Zilhão

---

**49**

## **Los neandertales de El Sidrón (Asturias): contexto y paleobiología**

Dr. Antonio Rosas González, D.<sup>a</sup> Almudena Estalrrich Albo,  
Dr. Carles Lalueza Fox, Dra. Rosa Huguet Pàmies,  
D. Antonio García-Taberner, D. Samuel García Vargas,  
Dr. Markus Bastir, D. Ángel Peña Melián,  
D. David Santamaría Álvarez y Dr. Marco de la Rasilla Vives

---

**61**

## **Los nuevos genomas de homínidos del pasado**

Dr. Carles Lalueza Fox

---

**71**

## **La dieta de los neandertales: dime lo que comes y te diré cuán moderno eres**

Dra. Isabel Cáceres Cuello de Oro

---

**79** **Juntos y/o revueltos: reflexiones en torno al final de los neandertales, la aparición de los humanos modernos y los complejos transicionales en Europa**

Dr. José Manuel Maíllo Fernández

---

**91** **Neuroevolución cocinada**

Dr. Jorge Laborda Fernández

---

**101** **Los recursos alimentarios de los homínidos de Atapuerca**

Dra. Rosa Huguet Pàmies

---

**113** **Los motivos ocultos del consumidor**

Dr. Manuel Martín-Loeches Garrido

---

**119** **Regulación neural del hambre y la sed**

Dra. María del Pilar Casado Martínez

---

**125** **Trastornos de la conducta alimentaria**

Dr. Vicente Molina Rodríguez

---

**133** **Alimentación y sus trastornos a lo largo de la evolución humana**

Dra. Núria Español Armengol

---

**143** **¿Influye la alimentación en nuestro ritmo de envejecimiento?**

Dra. Celia Carrillo Pérez

---

# Prólogo

Querido lector:

Bienvenido a la lectura de este tercer libro editado por la Cátedra Instituto Tomás Pascual-CENIEH, fruto de las actividades organizadas durante el año 2011.

*Visiones del ser humano* completa un exitoso ciclo de conferencias impartidas durante 3 años bajo la dirección de esta Cátedra, en el que se plasman en lecciones la evolución humana a través de la contribución multidisciplinar de los autores y colaboradores, transmitiendo estos conocimientos a la sociedad como diferentes “*visiones del ser humano*”.

El primer libro de esta serie, *150 años después de Darwin: ¿evolución, futuro o crisis?*, trata, bajo un plano multidisciplinar, el significado de la evolución humana en el siglo XXI, abordando temas candentes, como la manipulación genética, la crisis de la biodiversidad, la bioética o el futuro del ser humano como especie. En la segunda obra de esta serie, *Genes, ciencia y dieta*, se abordan temas relacionados con la evolución de la alimentación a lo largo de la historia, así como la interacción de los genes en la dieta. También se afrontan de una manera didáctica cuestiones como la participación neuronal de nuestro cerebro tanto en la selección de alimentos como en la propia definición del ser humano.

Los temas que se presentan en esta tercera obra son amplios y variados, cuyo hilo conductor es la visión que los humanos tenemos de nosotros mismos y de nuestros congéneres. Disciplinas clásicas como la antropología, la arqueología y la paleontología se entrelazan con las que ofrecen actualmente los nuevos avances en campos como la genética, la bioquímica, las neurociencias, la psiquiatría o la nutrición, ofreciendo una visión humana más completa que nunca, además de mostrar algunas peculiaridades genéticas, fisiológicas, sociales, económicas y culturales de nuestra especie.

Agradecemos a todos los autores de este libro, y de sus predecesores, el interés, esfuerzo y generosidad en tiempo por su participación en las actividades que ha organizado la Cátedra durante estos 3 años. Sus investigaciones en el campo de la evolución humana han atraído el interés de esta Cátedra y de un gran número de asistentes que presenciaron los ciclos de conferencias. Mención especial merecen los integrantes de esta Cátedra, pues sin su entrega y trabajo diario sería muy difícil mantener un programa de actividades tan rico y extenso como el que cada año organizamos.

Deseamos que este libro sea fuente de conocimiento y sirva de base para la reflexión y estímulo al debate sobre la esencia del ser humano y ayude a formar una visión propia personal de la raza humana.

**Ricardo Martí Fluxá**

*Presidente Instituto Tomás Pascual Sanz*

# Presentación

Este volumen recoge las ponencias de investigadores y especialistas de diferentes ámbitos que tuvieron lugar en diversos eventos realizados durante todo el año 2011 por la Cátedra Tomás Pascual Sanz-CENIEH. Esta Cátedra, nacida el 9 de junio de 2009 en virtud del convenio de colaboración entre el Instituto Tomás Pascual Sanz y el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), tiene como objetivo la generación y difusión de conocimientos en el ámbito de la evolución humana y de la ciencia en general. Tuvimos, desde el primer momento, un gran empeño por difundir a la sociedad la ciencia que se realiza en nuestro país, una ciencia que hoy sufre los reveses de la coyuntura socioeconómica, detrayendo recursos. A pesar de ello, los investigadores nos afanamos por realizar un trabajo científico de calidad que pueda llegar al resto de la sociedad.

En esta ocasión, *Visiones del ser humano. Desde el pasado al presente* cierra un ciclo de esta Cátedra cuyo balance, altamente positivo, se plasma en la solidez y multidisciplinariedad que vertebran todas las contribuciones de los investigadores invitados en este volumen y en los precedentes. Las lecciones de evolución humana que comenzaron en 2009 y continuaron en 2010, hoy se transforman en visiones que los humanos tenemos de nosotros mismos y de nuestros congéneres. La antropología, la arqueología y la paleontología se entrelazan ahora con las “visiones del ser humano” que nos ofrecen la genética, la bioquímica, las neurociencias, la psiquiatría y la nutrición.

Los capítulos de este volumen abordan temas amplios que reflexionan sobre nuestro linaje y nuestra ontogenia, así como sobre algunas peculiaridades genéticas, fisiológicas, neurológicas, bioquímicas, sociales, económicas y culturales de nuestra especie. Parejo a ello, hablamos de otra especie humana muy próxima a nosotros: los neandertales. Los enigmas que han rodeado a esta especie aún permanecen sin desvelar. Son todo un reto en ciencia, una de las especies más estudiadas y por la que sentimos gran fascinación. El particular relato que se inicia con los neandertales continúa con nuestra especie, *Homo sapiens*. Los humanos hemos modelado nuestras bases neuronales en la percepción de los distintos sentidos –vista, olfato, oído, gusto, tacto– y hemos creado los mecanismos para regular diferentes sensaciones relacionadas con nuestra supervivencia: el hambre, la sed, la saciedad, etc. Algunos de estos mecanismos también han sufrido modificaciones que nos han llevado a sufrir diversos trastornos neuronales. Los autores han sabido integrar las perspectivas interdisciplinares para dar una dimensión más viva a todo lo que re-

presenta el ser humano, dando un trasfondo científico al pasado, presente y futuro.

Iniciamos nuestro recorrido desde el pasado con una novedosa visión de un área de investigación emergente: la genoeconomía evolutiva, asociando comportamiento humano y arquitectura genética para explicar la diversidad humana. Todo un cambio de paradigma que nos presenta el Dr. Arcadi Navarro.

Siguiendo la estela de nuestros comportamientos económicos, nos encontramos frente a frente con nuestra herencia cultural. La evolución cultural se incorpora a nuestra evolución biológica. El Dr. Honorio Velasco nos introduce magistralmente en el mundo de los rituales del cuerpo, modificaciones, tatuajes, supresiones y forzamientos de nuestra envoltura humana, que vislumbra nuestra propia identidad social y cultural.

Como elemento simbólico de cohesión, los besos han proporcionado la coartada perfecta para la cooperación emocional y social de los seres humanos. Esta es la “teoría de los besos” a la que el Dr. Jesús de la Gándara nos acerca. La antropología del beso nos recuerda que la piel social que nos envuelve también rige los principios esenciales de la vida: la nutrición, la reproducción y la relación.

Y si de simbolismo seguimos hablando, el Dr. João Zilhão nos recuerda que humanidades diferentes en lo morfológico, como los neandertales y los sapiens, eran idénticas o muy parecidas en lo cognitivo. Haciendo gala de su defensa de los neandertales, una vez más, se nos muestran como seres simbólicos, sin ningún tipo de duda. En este marco, la Península Ibérica se ha convertido en un punto clave para entender el proceso de evolución de los neandertales. De este modo, el Dr. Antonio Rosas nos presenta la importancia del magnífico yacimiento asturiano de El Sidrón en las investigaciones sobre el origen de la especie *Homo neanderthalensis*. Los 12 individuos allí conservados nos permiten conocer más datos sobre su diversidad paleogeográfica, su paleobiología y su paleogenética. Además, presenta el grupo de investigadores y sus trabajos como ejemplo de ciencia multidisciplinar, que da excelentes frutos.

A la luz de las nuevas tecnologías de secuenciación genética, los paleogenomas obtenidos recientemente para homínidos extintos, como los neandertales y denisovanos, han revolucionado el paradigma vigente de la evolución humana, haciendo más complejo el modelo del origen de nuestra especie. Nuevamente, el Dr. Carles Lalueza explora el alcance y significado evolutivo de estos avances en paleogenética.

Como tema bien desarrollado en la Cátedra, la alimentación es uno de los factores que más ha influido en evolución humana. La Dra. Isabel Cáceres nos acerca a los modos de obtención y explotación alimentaria de los neandertales.

Hoy sabemos que los neandertales poseían una capacidad cognitiva equiparable a la nuestra, por eso conocían sus entornos y llegaron a explotar todos los recursos nutritivos disponibles, consumiendo un amplio abanico de alimentos, tanto animales como vegetales.

El Dr. José Manuel Maíllo plantea nuevas interpretaciones sobre las tecnologías de estos dos grupos humanos –neandertales y sapiens–, haciendo tambalear los cimientos del paradigma imperante de supremacía cognitiva y biológica de nuestra especie. En “Juntos y/o revueltos...” reflexiona sobre las hipótesis de que los conjuntos líticos transicionales pudieron ser obra de neandertales sin necesidad de aculturaciones, al mismo tiempo que nuestra especie pudo ocupar Europa sin el nuevo bagaje industrial que se les suponía.

Al hilo de la tecnología, la del fuego representó para los grupos humanos un paso de gigante en la evolución. El Dr. Jorge Laborda nos introduce en los aspectos evolutivos y bioquímicos del cocinado de los alimentos que, una vez más, nos dio ventaja adaptativa. El empleo del fuego sobre los alimentos mejora la digestibilidad y el aprovechamiento calórico útil en los nutrientes vegetales y animales. En definitiva y en palabras del autor: “la humanidad ha cocinado su propia evolución”.

Y de nuevo hablamos de dieta. En esta ocasión, la Dra. Rosa Huguet nos conduce a un viaje evolutivo de hace más de un millón de años hacia la Sierra de Atapuerca. Los estudios zooarqueológicos que viene realizando en las cavidades de esta “montaña mágica” acercará al lector a las exitosas estrategias de subsistencia de los homínidos que allí vivieron.

Desde el pasado al presente. El Dr. Manuel Martín-Loeches Garrido nos lleva al mundo subliminal en relación a la ingesta de alimentos. Los sutiles estímulos que recibimos de manera inconsciente y consciente determinan, en gran medida, nuestros gustos y preferencias inmediatas a la hora de alimentarnos. Nuevamente nos recuerda que el cerebro social es influyente e insistente en nuestra evolución.

Las conductas de ingesta se explican en términos fisiológicos, energéticos, pero también en términos ambientales, culturales y neuronales. La Dra. María del Pilar Casado explora la regulación neural de sensaciones básicas para nuestra supervivencia: el hambre y la sed.

Hoy nadie duda de que practicar una alimentación sana, equilibrada, variada y suficiente es una máxima que nuestras sociedades actuales tratan de llevar a cabo. A las enfermedades carenciales y la malnutrición, que asolan una buena parte del planeta, sumamos ahora otras enfermedades ligadas a la sobrealimentación y al exceso, junto a patologías de la conducta alimentaria. Sobre estas alteraciones versan sendos capítulos del Dr. Vicente Molina y de la Dra. Núria Español. Las diferentes versiones de estos trastornos, anorexia, bulimia,

vigorexia, ortorexia, etc., tienen sus presentaciones clínicas, diagnóstico y tratamiento. Ambos especialistas coinciden en que son un importante problema sanitario en nuestra cultura y en nuestro tiempo, que tiene graves repercusiones físicas y psíquicas sobre el individuo y gran afectación en su entorno familiar. Nuestras sociedades y ritmos de vida han implantado contextos que favorecen el padecimiento de estas enfermedades.

Los nuevos estilos de vida provocan, además, que se abandonen determinados hábitos alimenticios que han sido claves en nuestra evolución como especie. Nuestro excesivo mundo tecnificado e industrializado ha contribuido a acelerar muchas enfermedades crónicas o degenerativas, a pesar de que nuestra esperanza de vida se ha prolongado. El placer de comer sano y variado puede seguir manteniendo nuestra especie en el planeta como hace millones de años. Esta es quizá la lección más importante que sobre evolución humana se pueda dar. Las reflexiones de la Dra. Celia Carrillo cierran este volumen con la esperanza de que nuestro diseño evolutivo no entre en conflicto con nuestra sociedad y nuestra cultura.

Esperamos que estos textos llenos de ideas sobre nuestra propia esencia humana sean gratos a los lectores interesados en conocer su entidad como ser humano, con el deseo de que se formen su propia "visión" de ellos mismos y de todos cuantos humanos nos precedieron. Queremos agradecer sinceramente a todos los autores su participación en estos capítulos y la rigurosidad con la que desempeñan su labor científica día a día en aras del conocimiento. Su colaboración da sentido a la multidisciplinariedad que jalona estas páginas, clave en los estudios evolutivos, y de la que hacemos gala para generar debate y entendimiento de la diversidad humana.

**Dra. Ana Mateos Cachorro**

*Directora de la Cátedra Tomás Pascual Sanz-CENIEH*

*Investigadora Responsable del Grupo de Paleofisiología del CENIEH*

# Genes, dinero y Darwin: una nueva aproximación al estudio de la evolución humana

Dr. Arcadi Navarro Cuartiellas

## Resumen

Desde la publicación en 1859 de *The Origin of Species* y en 1871 de *The descent of man*, dos de las obras capitales de Darwin, el estudio científico de la evolución de las características específicas de los humanos ha sido el objeto de grandes esfuerzos provenientes de diversas áreas de la ciencia. Hoy en día, después de un siglo y medio de investigaciones, se han acumulado resultados impresionantes sobre qué es aquello que, separándonos del resto de primates, “nos hace humanos” y sobre cómo puede haber evolucionado. En los últimos años, una nueva área de investigación, liderada, sorprendentemente, por economistas, está empezando a hacer contribuciones importantes en el estudio de la hominización.

## Introducción

Entender cómo han evolucionado las características específicas de los humanos es una de las grandes metas de la ciencia. El propio Charles Darwin publicó en 1871 un libro titulado *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*, el primer estudio evolutivo sistemático de nuestra especie, y desde entonces se han acumulado resultados impresionantes sobre lo que, separándonos del resto de primates, “nos ha hecho humanos”. Solo a título de

ejemplo, podemos mencionar que se ha podido secuenciar nuestro genoma y compararlo con el de otros organismos (e.g.: Mikkelsen *et al.*, 2005), incluyendo el de los neandertales, que también han sido secuenciados (Green *et al.*, 2010); que se están empezando a comprender los circuitos neuronales que siguen nuestros pensamientos más íntimos (e.g.: Camerer y Fehr, 2004; Fehr y Camerer, 2007).

A pesar de la abundancia e indudable importancia de todos estos descubrimientos, su interpretación se ha demostrado llena de dificultades. Especialmente en lo que se refiere a un aspecto fundamental para entender nuestra evolución: la base genética de las características específicamente humanas. En este debate, no exento de agrias polémicas, suelen usarse conceptos mal definidos, cuando no erróneos. Un ejemplo de este tipo de confusiones son las noticias que aparecen regularmente en los medios de comunicación sobre “los genes de” o “los genes para” el alcoholismo, el lenguaje, la fidelidad, la memoria o las enfermedades más variadas. El hecho de que una variante de un cierto gen esté asociada a la variabilidad de un cierto carácter no quiere decir que el gen en cuestión sea importante en la determinación del carácter. Por ejemplo, el hecho de que determinadas variantes humanas del gen FOXP2 estén ligadas a problemas en el

habla de sus portadores, no quiere decir que FOXP2 sea “el gen del lenguaje”. En primer lugar, porque muchos otros genes (decenas o quizás cientos) pueden estar involucrados en diversas funciones lingüísticas, y, en segundo lugar, porque la relación de FOXP2 con el lenguaje podría ser solo indirecta o secundaria. Perder las llaves de ignición o arrancar el volante hace que un coche no se pueda poner en marcha ni conducir, pero ambas piezas son secundarias en relación al funcionamiento de un coche. Las ruedas o el émbolo sí son cruciales.

A pesar de este tipo de problemas, durante los últimos 10 años se han registrado continuos avances en nuestro conocimiento sobre la arquitectura genética de los caracteres complejos, especialmente de las enfermedades. Hoy en día, por ejemplo, se dispone de la tecnología necesaria para el análisis en paralelo de millones de variantes genéticas repartidas por todo el genoma, y hace apenas 1 año se ha publicado la primera fase del proyecto de los 1.000 genomas ([www.1000genomes.org](http://www.1000genomes.org)) dentro del que se pretende obtener el genoma completo de más de 2.500 individuos humanos. Pues bien, todas las herramientas desarrolladas para profundizar en rasgos humanos de interés clínico o sociosanitario están a nuestra disposición para conocer mejor la arquitectura genética de los caracteres específicamente humanos.

Una frontera que durante los últimos 3 años se ha movido con especial velocidad es la de la genoconomía: el estudio de cómo la variación genética individual interacciona con nuestro ambiente social para explicar caracteres de tipo económico, todos ellos específicamente humanos, como nuestra percepción sobre la

justicia de un intercambio de bienes por dinero (“¿esta bicicleta es barata o exageradamente cara?”) o bien nuestra capacidad de pensamiento estratégico (“¿sabe Marta que yo sé que va a pedir un aumento de sueldo?”). Curiosamente, nos acercamos a la evolución humana, a la genética de la hominización, por un camino distinto del que siempre habíamos pensado: la mayor parte de novedades no provienen del estudio de las capacidades clásicamente consideradas “superiores”, como la racionalidad, el lenguaje o la capacidad humana para la abstracción o la moral, sino que provienen de un ámbito tradicionalmente considerado prosaico: las relaciones económicas. En lo que sigue, revisaré algunas de las líneas de investigación más prometedoras dentro de este nuevo campo, pero primero necesitamos entender por qué la genoconomía es posible hoy y cuáles son los avances que la han convertido en una realidad.

## Los cambios de paradigma

Durante la última década hemos vivido dos cambios fundamentales en el foco de la investigación biomédica. Ambos cambios son de gran importancia para el estudio de los rasgos propios de los humanos. El primero de estos cambios es el advenimiento de la genómica personal. Parece que hayan pasado décadas, pero fue apenas en 2001 cuando se hizo público “EL” Genoma Humano. Hoy en día sabemos que no existe tal cosa como un único genoma humano. Las diferencias genéticas entre cualquier par de personas que elegimos comparar son enormes (siempre y cuando no sean gemelos idénticos, claro). Dentro de los tres mil millones de nucleótidos que configuran

nuestros genomas, dos seres humanos cualquiera se diferencian en, aproximadamente, entre un 0,1 y un 1%. Puede no parecer mucho, pero se traduce en una cifra de entre 3 millones y 30 millones de nucleótidos de diferencia. Estas cifras resultan todavía más impresionantes si se mira más allá de dos personas y se considera cuántas diferencias puede haber entre grupos más grandes de individuos, como toda la especie humana.

En estas diferencias está la base de nuestra individualidad genética: codifican nuestro grupo sanguíneo, el color de nuestra piel, el metabolismo diferencial de distintas personas o su susceptibilidad diferencial a determinadas enfermedades. No es sorprendente que cada vez entendamos mejor las diferencias entre nuestros genomas, ya que este conocimiento es un paso necesario para alcanzar uno de los hitos más importantes del siglo XXI: la medicina personalizada. La gran cantidad de recursos dedicados a la investigación en este campo son una gran ventaja para el estudio de la evolución humana, ya que dar cuenta de la diversidad de nuestros genomas es fundamental para hacer avanzar el estudio de las bases genéticas de cualquier carácter, incluidos aquellos que no tienen interés clínico, pero sí evolutivo.

El segundo cambio de perspectiva va más allá de la investigación con propósitos clínicos, pero en último término también se deriva de esta. Se trata de la plena aceptación de la importancia de la diversidad normal en biología y en cualquier aspecto del estudio de los humanos. Dejando de lado la clasificación de la diversidad humana entre "normal" y "patológica", hoy en día los científicos entienden que

la patología suele encontrarse en los extremos de las distribuciones de conjuntos de variables enormemente complejos. Los investigadores se han dado cuenta de que no pueden entender la fisiología o la bioquímica de la enfermedad sin una perspectiva global del continuo al que pertenecen los estados patológicos. Así pues, la exploración detallada de las diferencias individuales a cualquier nivel, desde los genes hasta el comportamiento, ha comenzado. Y una vez más, los resultados de esta empresa serán beneficiosos para nuestra comprensión de la evolución de los rasgos que, a lo largo de la evolución, nos han hecho humanos. Nunca como ahora se había comprendido la importancia de la diversidad individual. Y la diversidad es la materia prima de la evolución.

### **La base genética de la diversidad de comportamientos económicos**

La genoeconomía comenzó a mediados del siglo XX, cuando, mediante diversos métodos clásicos (por ejemplo, comparaciones entre distintos grupos de hermanos gemelos) se empezaron a considerar algunos caracteres (llamados "fenotipos" en términos técnicos) relacionados, directa o indirectamente, con la economía (Jobling *et al.*, 2004). Estos estudios revelaron contribuciones genéticas relativamente importantes a fenotipos como los ingresos, el coeficiente intelectual, el nivel educativo, la tendencia a afrontar riesgos, el comportamiento emprendedor y muchas otras características socioeconómicas (Martin *et al.*, 1997; Boonsma *et al.*, 2002; Bouchard *et al.*, 2003; Bouchard, 2004).

Una vez establecido fuera de toda duda que la diversidad en un fenotipo concreto tiene un componente genético, el siguiente paso es intentar diseccionarlo con la máxima precisión. Los investigadores se hacen preguntas tales como ¿cuántos genes influyen en el carácter bajo estudio?, ¿qué efectos tienen?, ¿en qué lugares de nuestro genoma los podemos encontrar?, ¿de qué tipo son?, ¿se trata de variantes genéticas puntuales que cambian la manera en que se pliega una proteína, o bien actúan a través de modificaciones en el nivel de expresión de determinados genes?, ¿cómo nos diferencian de los chimpancés o de otros primates?

El primer paso para la disección del componente genético de un fenotipo humano es el uso de técnicas de epidemiología genética. En esta disciplina, la concurrencia en una población, con más frecuencia de lo esperado por el azar, de un fenotipo (el carácter bajo estudio) y una variante genética concreta (por ejemplo, una versión específica de un gen, lo que se denomina, un alelo) recibe el nombre de "asociación genética". Las asociaciones que más se conocen son las que se han podido detectar entre fenotipos relativamente sencillos, como padecer o no una enfermedad, y variantes genéticas también simples, como los polimorfismos de un solo nucleótido, en inglés SNP, que son cambios en una sola posición de la cadena del ADN. Naturalmente, solo tiene sentido realizar este tipo de estudios sobre fenotipos para los que exista evidencia de un componente genético, contribuyendo a su diversidad, bien patológica, bien normal, como es el caso de la diversidad del comportamiento humano.

Los desarrollos tecnológicos de los últimos años han facilitado en gran medida este tipo de "estudios de asociación". Hoy en día, las plataformas de genotipado de alto rendimiento basadas en "microarrays" de alta densidad han disminuido en órdenes de magnitud el coste de determinar de qué variantes genéticas es portador cada individuo. Además, las tecnologías de ultrasecuenciación están cerca de ser capaces de leer, ya no un conjunto más o menos grande de marcadores, sino el genoma completo de un individuo a precios completamente irrisorios. Como resultado de todos estos avances, en los últimos años se han publicado más de 80.000 de estos estudios. Gracias a ellos, vamos conociendo mejor los mecanismos de muchas enfermedades y se está desarrollando una panoplia cada vez más completa de medicamentos al servicio de la salud pública. Poner este tipo de herramientas tecnológicas al servicio de la investigación en biología evolutiva, especialmente en cuanto a la hominización, era solo una cuestión de tiempo.

### **La correcta medida del hombre. ¿Fenotipos económicos?**

El comportamiento humano puede medirse en un sinfín de maneras, así que escoger las adecuadas es un asunto importante. Si lo que queremos es estudiar genoecología, ¿qué fenotipos debemos medir? A través de la historia, los científicos sociales han usado varias medidas indirectas del comportamiento social. Fenotipos como la trayectoria profesional, los ingresos, el nivel de deuda o la cantidad de capital acumulado nos proporcionan medidas "distales"

de fenotipos económicos y han sido de uso general en muchos estudios (Camerer, 2003; Camerer y Fehr, 2003). Las medidas directas del comportamiento económico han sido menos utilizadas, pero cada vez se presta más atención a variables como la aversión al riesgo, la paciencia o el grado de confianza en los demás, que no solo son variables más simples que las medidas indirectas, sino que son fenotipos más “proximales” al proceso de toma de decisiones. Esa aparente proximidad a la biología sugiere que es razonable esperar que su arquitectura genética sea más simple que la de un fenotipo tan complejo como los ingresos anuales de una persona. Independientemente de cuán “proximales o distales” sean determinados fenotipos, todas estas medidas tienen algo en común: se obtienen a través de cuestionarios de autoevaluación que los sujetos experimentales contestan. Muchas de las respuestas de estos cuestionarios, que reflejan lo que el individuo piensa de sí mismo o lo que desea que otros piensen de él, no pueden ser verificadas, con el consiguiente problema de credibilidad de los resultados de estos estudios.

En las últimas décadas ha surgido, desde el campo de la economía experimental, una aproximación radicalmente diferente a las medidas del comportamiento humano. La economía experimental es una rama de las ciencias económicas que tiene las mismas características que cualquier otra ciencia experimental: aspira a ganar conocimiento sobre el comportamiento de los humanos en condiciones controladas, con el objetivo o bien de evaluar teorías o asunciones sobre el funcionamiento de nuestras mentes, o bien de obtener datos que puedan usarse para desa-

rollar nuevas hipótesis (Camerer, 2003). Los economistas experimentales usan un amplio abanico de tipos de estudio, diseñados para llevar a cabo tanto en el laboratorio como en campo. Estos experimentos (llamados “juegos”) tienen varias ventajas sobre los cuestionarios de autoevaluación o de evaluación por parte de terceros (Camerer, 2003; Ebstein, 2006), ya que son más realistas. Motivan a los sujetos ofreciéndoles recompensas monetarias, por lo que la tendencia a fingir disminuye, ya que las personas que participan en el experimento han de responder con hechos (ganando o perdiendo dinero) y no solo con palabras.

Otra ventaja de los estudios de economía experimental es que permiten a los investigadores obtener medidas muy simples de las diferentes actitudes o estrategias que pueden adoptar los sujetos en el contexto de un juego. Por ejemplo, hay juegos diseñados para estudiar las preferencias sociales que miden la actitud que los sujetos experimentales tienen para con los intereses y el bienestar de los demás. Un ejemplo canónico es el del juego del ultimátum. En la versión original de este juego, dos jugadores interactúan una única vez y de manera anónima. A un jugador se le asigna el rol de “proponente” y al otro el de “decididor”. El proponente debe hacer una oferta sobre cómo repartirse una suma de dinero con el decididor. El decididor puede, si quiere, aceptar la oferta o bien, si así lo desea, rechazarla. Si el decididor rechaza la oferta, ambos pierden el dinero, si, en cambio, la acepta, el dinero se reparte según la oferta del proponente. En este tipo de escenario, si los humanos fuéramos “maximizadores racionales de nuestro propio beneficio”,

según habían defendido algunos pensadores clásicos, el resultado debería ser claro: el proponente debería hacer una oferta de mínimos, dando poco dinero al decididor, y el decididor debería aceptar cualquier oferta que no fuera cero (por aquello de que más vale pájaro en mano que ciento volando). Sorprendentemente, este tipo de comportamiento egoísta y racional casi nunca se da. El juego del ultimátum se ha jugado miles de veces en todo el planeta y se ha podido observar que, en su mayoría, las personas están dispuestas a sacrificar sus ganancias, rechazando ofertas que pueden considerarse “injustas” o “desequilibradas”. En este sentido, no es extraño que haya decididores que rechacen ofertas que no sean de, al menos, el 20 o el 30% del dinero. Este comportamiento se ha descrito como “castigo altruista”, porque castiga a individuos anónimos a cambio de un coste por la persona que impone el castigo, el beneficiario es la sociedad y el beneficio por castigador es solo indirecto.

Aunque las medidas obtenidas en estos experimentos sean interpretables, lo que no puede negarse es su simplicidad, ni tampoco el hecho de que son medidas controladas, cuantitativas y repetibles, ya que los experimentos se pueden realizar en cualquier laboratorio de todo el mundo. En este sentido, pueden ser consideradas como medidas atómicas del comportamiento económico humano. Como tales, se han convertido en el paradigma experimental central de la genoeconomía, y los investigadores estudian los genotipos de personas a las que se han tomado este tipo de medidas, intentando buscar marcadores genéticos aso-

ciados a determinadas actitudes o estrategias.

## Estudios de asociación en genoeconomía

En marzo de 2008, Richard Ebstein y sus colaboradores, de la Universidad de Haifa, publicaron los resultados del primero de muchos estudios diseñados para testar la asociación de una o más variantes genéticas con el comportamiento de los jugadores en experimentos económicos (Knafo *et al.*, 2008). Para su estudio, el grupo de Ebstein se centró en el juego del dictador. Este juego es similar al juego del ultimátum, pero uno de los jugadores (el “dictador”) es el que decide cómo distribuir el dinero. El otro jugador (el “receptor”) se limita a un papel totalmente pasivo, en que solo puede aceptar lo que le da su anónimo compañero. Dado que el receptor no tiene ningún poder y el dictador no está sometido a ningún tipo de influencia, la cantidad de dinero que el dictador concede al receptor suele interpretarse como una medida de altruismo en estado puro. Dados los precedentes, los lectores no se sorprenderán de saber que el comportamiento de los dictadores normalmente se desvía de la maximización racional (que incitaría a quedarse con todo el dinero). Los dictadores habitualmente regalan una buena cantidad de dinero a los receptores. Aproximadamente un 80% de los individuos comparten su dinero y, en el 20% de los casos, se reparten mitad y mitad (Camerer, 2003).

En el estudio de Ebstein se examinó una sola variante genética: un polimorfismo del gen del receptor de la arginina vaso-

presina 1a (AVPR1a). El gen AVPR1a presenta, entre otras variantes, un elemento genético que tiene dos formas (el alelo "largo" y el alelo "corto"). Estas dos variantes han sido previamente asociadas con comportamientos sociales, especialmente con el autismo (Yirmiya *et al.*, 2006). Además, el gen AVPR1a ha sido relacionado con el comportamiento sexual de una especie de roedores de campo (Young y Hammock, 2007). Ambas líneas de evidencia inspiraron el estudio de los investigadores de la Universidad de Haifa.

Sus resultados fueron claros: los individuos con versiones cortas del gen AVPR1a hacen ofertas significativamente menos generosas en el juego del dictador. Este hallazgo era coincidente con los niveles de altruismo que estos mismos individuos decían tener en un cuestionario de autoevaluación. Como es habitual en los estudios de asociación, se investigaron los correlatos funcionales de la variante estudiada (es decir, las potenciales variantes causales que el marcador genético podía haber detectado). Un análisis post mórtem de tejido cerebral demostró que la variante larga estaba ligada a una mayor expresión del gen AVPR1a en el hipocampo.

Naturalmente, la variante que acabamos de mencionar no es la única que se ha asociado con comportamientos económicos, y en los últimos años una auténtica avalancha de artículos, de mayor o menor relevancia, está poblando la literatura. Además, muchos grupos están llevando a cabo sus propios proyectos de investigación, que incluyen estudios comparativos de las variantes asociadas en los genomas de otros primates o incluso de otros homínidos. Está claro que,

en los años venideros, podremos disfrutar de un cuerpo creciente de resultados que nos proporcionará datos valiosísimos sobre asociaciones de variantes genéticas con fenotipos económicos y que nos permitirá entender un poco mejor cómo estas características de nuestra especie pueden haber evolucionado.

### **Conclusión. El programa de investigación de la genoeconomía evolutiva**

El objetivo central de la genoeconomía consiste en averiguar cómo las diferencias genéticas individuales pueden influenciar, a través de su interacción con el ambiente, el comportamiento económico humano. Cada uno de los términos de la frase anterior puede ser una palabra clave para un área de investigación. ¿Cómo podemos medir las influencias genéticas?, ¿cómo estimar las interacciones con el ambiente?, ¿cómo definir los fenotipos adecuados?, ¿cómo traducir asociaciones genéticas en cadenas causales que nos proporcionen auténticas explicaciones? Si se tiene éxito, aunque solo sea parcial, al resolver estas cuestiones, los investigadores que trabajen en el área estarán haciendo algo que raramente es posible: están estableciendo los cimientos de una nueva ciencia. Pero ¿qué tipo de progreso podemos esperar? y ¿a qué retos y dificultades vamos a enfrentarnos?

Las contribuciones de la genoeconomía pueden ser muchas. Especialmente en cuanto al estudio de la evolución humana. El primer tipo de descubrimientos que podríamos esperar es la identificación de las causas, tanto genéticas como

ambientales (¡o ambas a la vez!) de los comportamientos económicos. Identificar cadenas causales es crucial, ya que puede ayudar a entender similitudes y diferencias entre individuos o grupos. En segundo lugar, describir la arquitectura genética de los fenotipos económicos puede ayudar a construir mejores modelos y teorías sobre cómo el comportamiento humano configura nuestra sociedad. En tercer lugar, el descubrimiento de los factores genéticos bajo fenotipos socioeconómicos nos proporcionará información fundamental para entender la historia evolutiva de este tipo de fenotipos de tanta importancia en el proceso de hominización. El último punto será especialmente fructífero si las variantes genéticas humanas pueden compararse con las de otras especies de primates, cuyos genomas completos están ya disponibles, como los chimpancés, los orangutanes o los neandertales. Podremos hacernos preguntas como ¿qué genes han cambiado?, ¿podemos inferir cuándo se produjo ese cambio?, ¿se observa la huella molecular de la fijación de nuevas variantes genéticas por selección natural? En este sentido, es muy prometedor que determinados juegos, como el del ultimátum, se hayan adaptado para ser jugados con chimpancés (Jensen *et al.*, 2007a, 2007b).

A pesar de todos los potenciales problemas, la genoconomía, especialmente en su vertiente evolutiva, está llamada a proporcionarnos respuestas a algunas de las preguntas que Darwin se hizo hace más de un siglo y medio. Será un campo multidisciplinar muy emocionante, y, ciertamente, responderá preguntas que nos acercarán a la historia evolutiva de nuestra

especie pero, sobre todo, será como debe ser cualquier área productiva de la ciencia, una fuente de nuevas preguntas que ahora mismo no podemos concebir.

## Bibliografía recomendada

Boomsma D, Busjahn B, Peltonen L. Classical twin studies and beyond, *Nature Reviews Genetics* 2002; 3(11):872-82.

Bouchard TJ Jr., McGue M. Genetic and environmental influences on human psychological differences. *J Neurobiol* 2003; 54(1):4-45.

Bouchard TJ. Genetic Influence on Human Psychological Traits. *Curr Dir Psych Sci* 2004; 13:148-51.

Camerer CF. *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*, The Roundtable Series in Behavioral Economics. Princeton: Princeton University Press, 2003.

Camerer CF, Fehr E. *Measuring Social Norms and Preferences using Experimental Games: A Guide for Social Scientists*. Zurich, Institute for Empirical Research in Economics, 2003.

Camerer CF, Fehr E. When does economic man dominate social behavior? *Science* 2006; 311(5757):47-52.

Darwin C. *On the origin of species by means of natural selection*. London: John Murray, 1959.

Ebstein RP. The molecular genetic architecture of human personality: beyond self-report questionnaires. *Mol Psychiatry* 2006; 11(5):427-45.

Fehr E, Camerer CF. Social neuroeconomics: the neural circuitry of social preferences. *Trends Cogn Sci* 2007; 11(10):419-27.

Jensen K, Call J, Tomasello M. Chimpanzees are rational maximizers in an ultimatum game. *Science* 2007; 318(5847):107-9.

Jobling MA, Hurles ME, Tyler-Smith C. *Human Evolutionary Genetics. Origins, peoples and Disease*. New York: Garland Science, 2004.

Knafo A, et al. Individual differences in allocation of funds in the dictator game associated with length of the arginine vasopressin 1a receptor RS3 promoter region and correlation

between RS3 length and hippocampal mRNA. *Genes Brain Behav* 2008; 7(3):266-75.

Martin N, Boomsma D, Machin G. A twin-pronged attack on complex traits. *Nat Genet* 1997; 17(4):387-92.

Mikkelsen T, et al. Initial sequence of the chimpanzee genome and comparison with the human genome. *Nature* 2005; 437(7055):69-87.

Yirmiya N, et al. Association between the arginine vasopressin 1a receptor (AVPR1a) gene and autism in a family-based study: mediation by socialization skills. *Mol Psychiatry* 2006; 11(5):488-94.

Young LJ, Hammock EA. On switches and knobs, microsatellites and monogamy. *Trends Genet* 2007; 23(5):209-12.



# Rituales del cuerpo

Dr. Honorio M. Velasco Maíllo

## Resumen

Las culturas humanas despliegan una amplia serie de prácticas sobre, en, con el cuerpo, generalmente en el marco de rituales de paso y en particular del ciclo de la vida. Muchas de esas prácticas pueden agruparse según tres funciones primarias: complementos adicionales, supresiones y forzamientos, que muestran cómo las culturas “labran” los cuerpos y dirigen el crecimiento y desarrollo de estos. Pero principalmente, se revela con ellas de qué modo en la especie humana la cultura está “in-corporada”.

## Introducción

Por sugerente que fuera la idea propuesta hace años por Spuhler (1959) de contemplar la evolución biológica como “pasos somáticos hacia la cultura”, sería preferible concebir esta en la especie humana no como algo superpuesto al cuerpo, como si hubiera sobrevenido en una etapa posterior a la evolución biológica. Su argumento consistía en ir mostrando la gradual “construcción” del cuerpo en una serie de especies animales y en tiempos evolutivos distintos que finalmente recogió de conjunto la especie humana (entre estos pasos, la oposición del pulgar, la visión estereoscópica, la postura erecta, la dieta carnívoro-omnívora, el incremento del volumen del cerebro...). Hay, sin embargo, sobradas muestras de “cultura” bastante antes de la emergencia del

*Homo sapiens*. La primatología ha mostrado abrumadoras evidencias de comportamientos culturales en simios. La implicación de la cultura en la evolución humana es tal que, como sentenció Geertz en los 70, sin cultura la especie humana no sería un animal, sería un monstruo. Se plantea más bien la relación entre cultura y cuerpo desde el encabalgamiento entre evolución cultural y evolución biológica, de modo que habría que concebir la cultura como “in-corporada” (*embodiment* es el término al uso en inglés), es decir, inscrita y, aun más, entrelazada con órganos, con tejidos, con miembros, con procesos. Es desde esta perspectiva desde la que se ha destacado el enraizamiento biológico de los rituales por parte de numerosos investigadores, y en particular por la escuela de Laughlin (1979), también por algunos etólogos, y se presumen presentes en los primitivos homínidos, no solo con la práctica de enterramientos sino también con las prácticas corporales.

En este capítulo me propongo abordar algunas cuestiones relativas a los rituales del cuerpo en las sociedades humanas como ilustración privilegiada de la cultura “in-corporada”. “Rituales del cuerpo” es una expresión que traslada a las aproximaciones actuales otra más antigua empleada por Marcel Mauss (1936), “técnicas del cuerpo”, en un artículo repetidamente citado en el que se encuentra una frase emblemática para los teóricos del *embodiment*:

“El cuerpo es el primer instrumento del hombre, el más natural, el objeto y medio técnico más normal del hombre”. Seguramente los términos “instrumento”, “medio”, “objeto” inducen a cierto distanciamiento, y no se corresponden bien con la identificación entre cuerpo y persona individual y social que se encuentra en numerosas sociedades.

Rituales del cuerpo son prácticamente todos los rituales, pues comportan acciones realizadas con el cuerpo entero o focalizadas en alguna parte de él, cargadas de significado y socialmente reguladas, e incluso los rituales de la palabra suelen comportar igualmente acciones comunicativas de gesto, voz –entonación, ritmo...–, mirada, postura, etc. La expresión en su uso actual centra más bien la atención en una serie de prácticas que se hacen no solo en el cuerpo, sino con el cuerpo, como sujeto paciente y a la vez agente, es decir, que hacen al cuerpo y que el cuerpo hace. Pero en buena medida la expresión es moderna, en el pleno sentido en el que la modernidad ha convertido al cuerpo en materia de cultivo y de culto, sin que el término “materia” conlleve aquí ninguna connotación dualista.

Es sobradamente conocido que el estatus científico del cuerpo como ámbito de investigación ha sufrido notables modificaciones en la modernidad. Se destacan dos tendencias: la primera acentúa el predominio de las ciencias biológicas y médicas, pero ya no tanto por medio de la anatomía y la fisiología sino mediante la utilización de nuevas metodologías y técnicas que han penetrado en los niveles más ínfimos de las estructuras y procesos del cuerpo y que son capaces de inter-

venir en ellos sustituyendo elementos o reproduciendo procesos mediante materiales exógenos. La segunda favorece el desasimiento del ámbito de los corsés biológico-médicos, generando cada vez más el interés de las ciencias sociales sobre él. Estas dos tendencias son presentadas a menudo haciendo ver cierta contradicción entre ellas. Una parece conducir al “fin del cuerpo” o, si se prefiere enunciado con menos dramatismo, a la formación de cuerpos híbridos o a la generación de “otros” cuerpos, de cuerpos artificiales; la otra descubre su presencia social en múltiples escenarios en los que sobresale entre valores, creencias, actitudes, habilidades, mercancías, relaciones de poder, etc., de forma que no solo es parte, condición, de la vida, sino parte indispensable de la vida social. En las sociedades modernas se requiere tomar en consideración estas notables contradicciones que afectan al modo de vivir el cuerpo.

No solo es dentro de esta segunda tendencia que los rituales del cuerpo cobran entidad. A menudo se contemplan también las intervenciones médico-quirúrgicas como rituales y con ellas otras intervenciones técnicas, resaltando siempre que sin dejar de serlo a la vez son exhibiciones de estatus o de poder que provocan transformaciones no solo biológicas en los pacientes, quienes por otro lado suelen atribuir al propio sistema experto y a los profesionales virtudes y capacidades similares a las mágico-religiosas. Pero más comúnmente, los rituales del cuerpo se ejecutan en la vida cotidiana con usos y funciones múltiples y entremezclados, entre los cuales también entran los que se sitúan en el plano biológico, pero principalmente toman al cuerpo como campo

de transferencia de asuntos que propiamente se dirimen en la vida social, económica, política, religiosa, etc.

El órgano más recurrente de los rituales del cuerpo en las sociedades humanas es la piel (además de la serie de elementos separables del cuerpo, como pelo, uñas, dientes, sangre, saliva, semen, sudor, lágrimas, excrementos, objetos clásicos de manipulación por la magia). Y no debiera considerarse como único, pues igualmente pueden ser acciones rituales significativas las que se focalizan en cabeza, miembros superiores e inferiores, vista, oído, sistema respiratorio, sistema reproductivo, sistema digestivo, tejido muscular, etc. Cabe advertir que el tratamiento ritual del cuerpo presume una concepción de él, ya sea como un todo indivisible o como troceado en partes, diferenciadas o no entre sí de la misma manera. Pese a cierta preconcepción biologicista que postula universalidad, basada en la imposición perceptiva de la naturaleza, esta concepción es cultural y varía notablemente como ya muestran los estudios comparados del léxico corporal de las lenguas humanas. No existen universales lexicales del cuerpo humano, ni tampoco rituales universales con él. Y si ciertamente la piel es habitual materia de los rituales, no necesariamente lo es por las mismas razones o comportando los mismos significados.

Una serie amplia de acciones se realizan como prácticas cotidianas o dentro de las fases de los rituales que de hecho producen modificaciones del cuerpo, aunque a menudo con ellas se pretenden lograr transformaciones de las personas. Principalmente se ordenan en tres direcciones: como aditamentos, como supresiones y como forzamientos, y conllevan la utiliza-

ción de variados objetos e instrumentos que en general comportan uno de los conjuntos de cultura material más destacables en las sociedades humanas. Entre los aditamentos, el predominante es el vestido, sin duda para muchas sociedades el objeto cultural más entramado con la conformación y la actuación de la persona social. De modo que generalmente se toma como signo diacrítico de "cultura", relegando a la condición de salvajes a los pueblos que no lo llevan o que lo portan en versión muy reducida. Por eso resulta sorprendente, pero iluminadora, la aproximación que hizo Turner (1980) a la desnudez kayapo, desvelando su "piel social". Esta aproximación desplaza el plano de encuentro entre naturaleza y cultura, aunque más acertadamente cabría decir que disuelve la separación entre ambas, y ha contribuido decisivamente a contemplar la relación entre una y otra como un juego de posibilidades de entrelazamiento, si no de interpenetración, del cual es posible hallar en las culturas las más variadas formas, muy frecuentemente experimentado con tensiones entre individuo y sociedad, en particular en los periodos de cambio social. Como supo ver Mary Douglas (1970), es esperable que las presiones de la sociedad sobre el individuo se traduzcan en términos de normativa aplicada al tratamiento del cuerpo e igualmente la rebeldía de los individuos respecto a las normas sociales se haga explícita en el tratamiento del cuerpo.

Para la mayoría de estos elementos no basta la caracterización de "adorno". Los valores estéticos en la mayoría de las sociedades humanas operan muy frecuentemente entremezclados con utilidades o con valores sociales, religiosos o morales.

**Tabla 1. Complementos adicionales.**

---

Cortezas, plumas, pieles, fibras vegetales, pelo animal... superpuestos
Anillos, pulseras, brazaletes, collares... ensartados
Pinturas, lodos... adosados
Tintas, pinturas... tatuadas
Marcas a fuego
Escarificaciones
Infibulación
Incrustaciones por perforación en labios, cejas, orejas...
Incrustaciones genitales
Inyección subcutánea de sustancias
Implantes, etc.

---

*Elaborado a partir de Van Gennep (1909), Turner (1969), La Fontaine (1985).*

La serie presentada en la tabla parece una sucesión de planos que se sitúan en el eje exterior-interior. Tal ordenación es más bien una construcción abstracta, pues no se presenta completa en todas las sociedades humanas, ni tampoco se conciben necesariamente como sucesión, sino también como variantes opcionales. El vestido, por su parte, puede ser del mismo modo visto como una sucesión de superposiciones desde la piel hacia el exterior no indefinidamente sino hasta un cierto límite, pero por otro lado está regido por una cierta combinatoria de elementos que el estructuralismo identificó como gramática. Esta combinatoria se aplica igualmente para el resto de acciones en los distintos planos, pero también dentro de ciertos límites.

La serie se interpreta además como tendencia hacia la perdurabilidad, en el sentido en que las acciones más exteriores se conciben menos perdurables, mientras que las más interiores, una vez realizadas, se llegan a tomar como *incorporaciones* duraderas. Aquí el tér-

mino incorporaciones es literal y su uso contribuye a indicar que el concepto de incorporación depende semánticamente de él. El efecto de perdurabilidad casi siempre es explícito, intencional, buscando no solo modificar el cuerpo sino dejar huella, de manera que el cuerpo reciba e integre así el entorno cultural, los acontecimientos de la vida social o bien las experiencias biográficas. Posiblemente sea en los tatuajes donde el efecto de perdurabilidad haya sido buscado con mayor variedad de significados y funciones. La piel social tiene entre las pinturas y los tatuajes (y en paralelo entre los colgantes y las incrustaciones) un plano de tensión en el que el efecto de perdurabilidad traduce la pretensión cultural de sobreponerse a la naturaleza y que es a la vez un plano en el que se dirimen las tensiones entre la presión social sobre el individuo y la rebeldía de este. Uno de los términos clásicos que empleó Van Gennep para caracterizar el tatuaje y el otro conjunto de prácticas similares fue el de "labrar" el cuerpo. La imagen conlleva a la vez aso-

ciaciones con las tareas del campesino sobre la tierra y con la del escultor que trabaja la superficie exterior de la madera o la piedra poniendo en ella marcas. Ejercida en el contexto ritual, la

acción de labrar el cuerpo redobla el efecto de perdurabilidad, pues los rituales son acciones que se repiten regularmente, y además se carga de simbolismo y multiplica sus significados.

---

**Tabla 2. Funciones del tatuaje.**

---

**Soporte:** soldados y marinos como personas sociales expuestas a riesgos para las que produce la percepción de un envoltorio sustituto, protector. Una piel extra –como en Polinesia–, un envoltorio no separado, sino integrado, aunque también marca la fase final de separación de la madre.

**Contenedor:** la persona que está dentro es revelada a través de él, incluso en términos físicos. También restringe y oculta.

**Protección:** como en el caso Shan o en Polinesia, en la percepción de que la piel reforzada con él se convierte en escudo que rechaza el daño. Pero también conlleva sufrimiento al ser realizado, lo que se entiende como compensación y endurecimiento. Desarrolla una antigua idea de la piel como armadura (“piel curtida”), de carácter (o más modernamente permite tomar la musculatura como una segunda piel, un esfuerzo para formar un caparazón que resista la intrusión). Un doble sentido de segunda piel apotropaica y estructura defensiva de la persona social.

**Individuación:** el motivo más mencionado en Occidente; individuos que se marcan a sí mismos con insignias indelebles como muestra de su condición singular, sus logros, sus relaciones personales únicas, etc.; o bien sus afiliaciones a grupos específicos frente a foráneos o enemigos. También puede considerarse un corte simbólico. Las sociedades polinésicas, sin embargo, pueden no responder a la idea occidental de individualidad como singularidad irrepetible; la identidad social puede equivaler a persona relacional, no a individualidad.

**Intersensorialidad y excitación:** como se muestra por medio de las localizaciones de los tatuajes en determinadas partes del cuerpo (y de liberación de endorfinas en el proceso).

**Recarga libidinal:** en Polinesia, las ceremonias de tatuaje iban seguidas de secuencias eróticas, danzas, etc., está relacionado igualmente con la mirada corporal erótica y no solo estética, que dirige y estimula la imaginación.

**Registro y huella:** memoria biográfica externa, lugares corporales de memoria que permiten reconstruir la persona al revivir acontecimientos pasados; un motivo frecuente también en Polinesia. En otro sentido más profundo son residuos simbólicos de factores causales, obligaciones sociales, acontecimientos, relaciones individuales y colectivas que penden de la persona social. A veces conduce a formas compulsivas, cuando se registran relaciones de poder/autoridad o vicisitudes en competición abierta; el tatuaje es el objeto correlativo y el permanente recuerdo de lo ineludible.

**Autodestrucción:** una enfermedad de la piel autoinfligida; un autocastigo masoquista, un acto voluntario de autoestigmatización; el sujeto vuelto contra sí mismo, contra su piel.

---

La piel social aparece en las culturas como una frontera que se desplaza y crece hacia afuera del cuerpo o que mengua y se retrae hacia adentro. Cada aditamento se incorpora en el pleno sentido de hacerse

**Tabla 3. Supresiones.**

Derramamiento de sangre
Llanto
Sudoración
Corte de cabello, depilación
Corte de uñas
Cortes en la piel, incisiones
Circuncisión
Frenectomía
Bisección genital
Bisección de lengua
Supresión de ombligo
Subincisión
Extracción de uñas, dientes...
Despellejamiento
Ablación, extirpación
Amputaciones, mutilaciones
Castración
Extracción de órganos
Trepanación

“piel”, a la vez que la piel adquiere con ellos propiedades sociales y culturales y se instala en la realidad social, proporcionando signos diacríticos de identidad, de rol, de estatus y de adhesión a las creencias. Y con los desplazamientos, la condición de los individuos se muestra indisolublemente ligada al entorno social, adhiriéndose a él o separándose, perdiendo singularidad por mimetizarse con él o afirmándose en autonomía exhibiendo diferencias. La doble función de la frontera deja abierta la posibilidad de que asimila-

ción y diferencia sean impuestas desde fuera o buscadas desde dentro: integración/subordinación, singularidad/marginación. Además de los complementos adicionales, otra larga serie de acciones sobre el cuerpo suelen formar parte del formulario ritual.

El listado de supresiones rituales podría ser mucho más amplio. Más relevante es advertir que tiene dos zonas indefinidas. Un conjunto de acciones se toman comúnmente como higiénicas, aunque son susceptibles de carga simbólica y se entienden por tanto como purificadoras. Otro conjunto está a menudo contaminado de crueldad y se confunde con los insoportables métodos de la tortura. La extrema variedad de formas y de contextos en los que se ejecutan no permite una clasificación satisfactoria. En ocasiones son aplicadas por el grupo o por instituciones de coerción legitimada, otras veces son autoinfligidas. A veces el ritual modifica sustantivamente su significado hasta el punto de hacer de la resistencia al dolor un motivo de triunfo social, otras agrava con la acción física el menosprecio social del delito que la justifica. Foucault (2002) mostró la enorme complejidad de los rituales de ajusticiamiento en los estados del antiguo régimen con la variedad de técnicas de castigo corporal público y de tortura clandestina, hasta acabar con el acto final de muerte por garrote o en la horca.

Algunas de estas acciones son paradigmáticamente ritualizadas, por ejemplo, la circuncisión. Practicada en sociedades muy distintas sin probable conexión entre sí, ha llegado a ser tenida como “el signo de la alianza” con la divinidad o bien el signo –al modo durkheimniano– social

por excelencia, el que deja la sociedad inscrito en cada individuo por y para ser miembro de ella. La piel por el ritual se hace social y a la vez los individuos adquieren la pertenencia al linaje, la condición de masculinidad y el acceso a la capacidad de reproducción.

**Tabla 4. Forzamientos.**

Corsés
Vendajes craneales
Compresión de pechos
Vendajes de pies
Ensanchamientos de tejidos adiposos
Desarrollos musculares
Alargamientos de huesos
Perforaciones ensanchadas
Conformaciones de orejas
Afilamiento de dientes, etc.

Estas acciones de supresión trabajan el otro aspecto que tiene el “labrar” el cuerpo aludido por Van Gennep, purificando, eliminando elementos superfluos, pero también reduciendo, amputando partes vitales. Actúa en otra dirección que la adición de complementos. Y entre ambas la construcción cultural del cuerpo presenta un amplio abanico de posibilidades que se deshace de la concepción biologicista del cuerpo como un destino. No se contempla esta doble dirección de la intervención cultural sobre el cuerpo necesariamente como confrontación dualista entre dos lados, dos principios, espiritual y material, en la especie humana. Más bien predomina en las culturas una imagen del cuerpo como campo de posibilidades y también de ambigüedades y contradicciones.

Si las anteriores acciones parecen remitir a una concepción del cuerpo como materia inerte, en las culturas se realizan otras acciones no menos significativas que intervienen en el cuerpo como organismo en desarrollo. La tendencia cultural más común en las prácticas culturales es la contribución y estímulo del crecimiento como acompañando a los desarrollos biológicos, pero en ocasiones se aplican tratamientos de corrección o de modelamiento del cuerpo a lo largo de toda una etapa de la vida, desde la infancia o desde la pubertad hasta la madurez, con el fin de obtener formas y figuras deseables según valores morales o estéticos. Tales prácticas reflejaban y reflejan concepciones de las etapas de la vida. Por ejemplo, el enfajamiento de los bebés, práctica generalizada en Europa hasta el siglo XIX, como medida de defensa contra conductas desordenadas de auto-destrucción o como prevención, dada la extrema fragilidad de sus huesos. Otros son los casos del vendaje de pies de mujeres en ciertas regiones chinas o de los aros en el cuello de las mujeres padaung y otros, generalmente forzando o reforzando la subordinación de la mujer en sociedades patrifocales. Lo son también, aunque de otro modo, el de las prácticas de desarrollo de los luchadores de sumo y los programas modernos de formación de modelos para la moda, de danzarines o de atletas, etc. Aún más, las culturas establecen ritmos y direcciones de desarrollo de los cuerpos desde el nacimiento hasta la muerte y ponen a disposición de los individuos todo un abanico de técnicas y de sustancias que de todos modos no permanecen inmutables a lo largo de los tiempos sino que cambian y se redefinen en consonancia

con los cambios económicos, políticos y de concepciones y de metas.

La coincidencia de la celebración de los ritos de paso –ritos del ciclo de la vida– con determinados acontecimientos del desarrollo ha sido muy a menudo interpretada como intentos de control cultural de los cambios en la biología de los seres humanos, aun cuando en muchas sociedades esa coincidencia (nacimiento, pubertad, madurez reproductiva, muerte) no está demasiado ajustada, de modo que la celebración se separa notablemente del momento biológico de ocurrencia de los cambios. El esquema básico de esos ritos sigue una doble pauta. Por un lado, la secuencia en tres fases: separación, margen y reintegración. Por otro lado, en los rituales de cada etapa de la vida predomina una u otra fase, pues parece corresponder más ade-

cuadamente que en el nacimiento esté más marcada la de reintegración, mientras que en la muerte lo esté la de separación. Y del mismo modo, en la pubertad predominaría la fase intermedia de margen. El esquema, como se ha mencionado reiteradamente (Eliade, 1989), reproduce el propio ciclo de nacimiento, muerte y renacimiento, especialmente cuando se trata de ritos de iniciación, que pese a su sugerente propuesta no necesariamente traduce creencias transcendentales; sin embargo, es el propio esquema operando en conjunto lo que tendría que ser objeto de atención, y la presencia de celebración de una de las fases tendría que conllevar las otras. Y así, unos rituales funerarios que conllevan prácticas de cuidadosa separación presumen igualmente la celebración de otros de integración o reintegración.

**Tabla 5. Fases del rito y prácticas del cuerpo.**

Fases del rito	Prácticas
Separación	Castigos físicos Viaje Rapado de cabello Aislamiento Desvestimiento
Margen	Muerte simbólica Dieta Pruebas físicas Privación de sueño Derramamiento de sangre Circuncisión Escarificación Tatuaje Enseñanzas y desvelamiento de misterios
Reintegración	Revestimiento Entrega de emblemas Donación de regalos Danzas Banquete Recepción de la comunidad

Aún es más evidente la concentración de rituales del cuerpo que conllevan y la relativa distribución en las distintas fases de prácticas de implantación de complementos adicionales o de supresión o de forzamiento.

Las prácticas caracterizan a las fases y en cierto modo dan articulación al esquema, según la propuesta de Van Gennep. Este aspecto requiere comprender la "in-corporación" de la cultura no solo como una sucesión de huellas, de marcas que quedan en el cuerpo a modo de recuerdo, sino como un proceso que acompaña y dirige la vida de los individuos desde el nacimiento hasta la muerte y antes del nacimiento y más allá de la muerte. A la vez ordena y da sentido a la vida social, implicando a los individuos en ella, haciendo afines y diferentes, formando grupos y regenerándolos y fortaleciendo los vínculos, de modo que parezcan perdurables. Con los vínculos, las normas, los valores, las creencias, los significados compartidos están "in-corporados".

### **Bibliografía recomendada**

D'Aquili E, Laughlin CD, McManus J. *Spectrum of Ritual*. New York: Columbia University Press, 1979.

Douglas M. *Símbolos naturales*. Madrid: Alianza, 1970.

Eliade M. *Iniciaciones místicas*. Madrid: Taurus, 1989.

Foucault M. *Vigilar y castigar. Nacimiento de la prisión*. México: Siglo XXI, 2002.

Geertz C. *La interpretación de las culturas*. México: Gedisa, 1987 (original 1973).

Gell A. *Wrapping in Images. Tattooing in Polynesia*. Oxford: Clarendon Press, 1993.

La Fontaine J. *Iniciación*. Barcelona: Editorial Lerna, 1987.

Mascia-Lees F. *A Companion to the Anthropology of Body and Embodiment*. Somerset: Wiley-Blackwell (ed.), 2011.

Mauss M. *Sociología y Antropología*. Madrid: Tecnos, 1971 (original 1936).

Spuhler J. *Somatic Paths to Culture*. En J. Spuhler et al. *The Evolution of Human Capacity for Culture*. Detroit: Wayne State University Press, 1959.

Turner T. *The Social Skin*. En J. Cherfas, R. Lewin (eds.), *Not work alone. A Cross-cultural view of activities superfluous to survival*. Beverly Hills: Sage Pub, 1980.

Turner V. *El proceso ritual*. Madrid: Taurus, 1988 (original 1969).

Van Gennep A. *Los ritos de paso*. Madrid: Taurus, 1986 (original 1909).

Velasco HM. *Cuerpo y espacio. Símbolos y metáforas, representación y expresividad en las culturas*. Madrid: CERASA, 2007.



# El lenguaje de los besos. Una teoría sobre la conducta de besar

Dr. Jesús J. de la Gándara Martín

## Diez reflexiones sobre el besar

Casi todos los días, casi todas las personas besamos, pero casi nunca pensamos en sus causas y consecuencias: ¿Qué son los besos?, ¿por qué besamos?, ¿para qué besamos?, ¿por qué nos gusta besar?, ¿por qué hay tantas maneras de besar?, ¿solo besamos los seres humanos?, ¿por qué hay tantas diferencias entre personas y culturas?... y ¿a dónde van los besos que damos y los que no damos?

En la vida humana, casi todo, casi siempre, empieza por los labios: unos maravillosos instrumentos multiusos que los seres humanos tenemos en la puerta de la vida. A ellos les confiamos no solo nuestra nutrición, sino gran parte de nuestras relaciones y conductas reproductivas. Y es que los humanos somos los animales más pelados del planeta y los labios son la parte de piel más pelada que tenemos, por eso el beso es tan sutil, sensible, excitante y peligroso.

Los besos casi siempre empiezan por la piel especializada de los labios: tan solo 1 centímetro cúbico de piel fina y especializada. Pero, ¿qué tiene de especial ese centímetro cúbico para que a él le hayamos confiado buena parte de nuestra vida?: tiene miles de receptores, decenas de músculos, una compleja trama de tejido conectivo, terminaciones vasculares y nerviosas, músculos y glándulas... y además color, sabor, tacto y belleza.

Algunos datos prosaicos de esta curiosa conducta proceden de la "Encuesta Match.com", Zaragoza, 2008:

- 25%: ha roto la pareja por besar mal.
- 42%: no había química.
- 15%: parecía lamerle.
- 6%: mal aliento.
- 61%: los besos fomentan la intimidad en una relación.
- 32%: dan emoción a la relación.
- 74%: mejor beso, lentamente, con ojos cerrados.
- 43%: beso bien con pasión, importante darlo con dulzura (37%).
- 38%: giro a derechas; 15%, izquierda; 49%, indiferente.
- 68%: la otra persona tiene que tener atractivo.
- 10% de mujeres recuerdan el primer beso húmedo; 12% de hombres.
- 85%: debe hacerlo primero el que sienta que es el momento.

## ¿Qué es besar?

Besar es apasionante, adelgazante, adolescente, oneroso, ostentoso, generoso, peligroso, asombroso... Es regresar al paraíso de la ternura del pecho maternal, pero también es reconocer y aceptar a alguien a quien nos acercamos, rozamos, olemos y saboreamos. Por eso besar es tan íntimo y tan compartido, es como un

viaje misterioso acompañado de la persona que más deseas, o como el ejercicio del más elevado dominio del comportamiento humano: el simbólico.

Buena parte de nuestra felicidad depende de la cantidad de besos que damos o nos dan. En materia de sensualidad nada hay más gozoso que los besos, no hay mejor caricia que el beso. Pero además los besos son la puerta de entrada a la sexualidad: ese minúsculo centímetro cúbico de piel sexualizada es el mejor anuncio de otras zonas más específicamente sexuales, pero no más sensuales.

Las investigaciones sobre este tema cada vez son más frecuentes y rigurosas, como lo revelan las dos portadas que le ha dedicado recientemente la prestigiosa revista *Scientific American Mind*: el asunto esencial es el cerebro enamorado, es decir, los procesos neurobiológicos del amor.

El cerebro es un órgano maravilloso, en el que cabe el amor y los versos, las palabras y los instintos. El cerebro humano funciona como un gigantesco ordenador que es capaz de captar y emitir informaciones, que siente y piensa, que pregunta y responde. Cada zona del cuerpo, cada órgano, cada músculo, cada trozo de piel, está controlado por una zona del cerebro. Cada cosa que hacemos lo manda nuestro cerebro, cada movimiento, cada reflejo, cada impulso sale del cerebro. En el cerebro también se reciben todas las sensaciones que provienen de todo el cuerpo. Cada zona de piel sensible, cada órgano sensorial, tiene su correspondiente zona receptora en el cerebro. Es como si en el cerebro hubiese una especie de representación motora y sensorial de todo el cuerpo.

La neuroanatomía y neurofisiología del besar es un terreno fructífero:

- Activan la vía sensorial: facial y trigémino, tronco del encéfalo.
- Llegan al tálamo, que discrimina (beso erótico, saludo) y envía señales a la corteza parietal (consciencia) y al “sistema límbico” (N. septo, N. acu., ATV; placer, emoción).
- Otras áreas implicadas son: el núcleo caudado (motivación, recompensa); la corteza motora (conducta, expresión); la corteza visual (belleza); el sistema nervioso vegetativo (SNV) (ojos, corazón, respiración) el eje hipotálamo-hipofisario-gonadal (HHG) (secreciones hormonales).

La neuroendocrinología del besar es compleja:

- Los besos estimulan el amor a través de:
  - Feromonas: órgano vomeronasal (OVN); par “0”.
  - Testosterona: saliva del varón.
  - Copulinas: hormonas femeninas (vagina).
- Los besos movilizan diferentes neurotransmisores:
  - Feniletilamina (endo-anfetaminas, excitación).
  - Dopamina (recompensa).
  - Endorfinas (bienestar, dolor).
  - Oxitocina (emparejamiento, amor materno-filial).

### El curioso caso de las feromonas y el órgano vomeronasal

Las feromonas son sustancias misteriosas implicadas en el beso. Se transmiten entre animales y seres humanos en los contactos

cercanos y, aunque no se reconozcan conscientemente, intervienen fuertemente en la selección de pareja y en los comportamientos sexuales, copulatorios y amorios.

En humanos, el OVN solo existe durante la etapa fetal, luego se atrofia. Si se lesiona en esa etapa se produce el síndrome de Kallmann (anosmia, falta de maduración sexual). Las feromonas son sustancias misteriosas, de las que poco a poco vamos conociendo algo:

- Androstenol en el sudor masculino.
- Copulinas en secreciones vaginales.
- En las mujeres se potencia durante la ovulación.
- Sincronizan la menstruación.
- Intervienen en la atracción sexual.

## Las feromonas y los sistemas de CHM (histocompatibilidad)

En un curioso estudio realizado por McCoy y Pitino (2002) ponen a mujeres perfume con feromonas y a otras con placebo, a doble ciego. Las que reciben feromonas incrementan las citas y contactos sexuales y los besos (74%), mucho más que con placebo (23%). Otro estudio realizado por Wedekind (Edimburg) muestra que las mujeres prefieren camisetas sudadas de hombres con genes de CHM diferentes de los suyos; también los hombres (selección sexual). En sintonía con ese hallazgo, Ober (Chicago) sugiere que evitamos aparearnos con personas con genes CHM iguales a los de nuestras madres (incesto).

## ¿Para qué besamos?

“En el principio fue el beso”... luego vinieron las palabras, y la cultura, y la so-

cialidad, y... el planeta de la humanidad. He aquí un buen lema que de por sí bastaría para justificar todos los besos, pero la cuestión que lo originó es si se puede vivir sin besar. Se puede, obviamente, pero es una vida menos humana. Los seres humanos no solo vivimos, sino que coexistimos, cohabitamos, convivimos y copulamos, y el beso sirve para todo eso y más.

Los habitantes del “planeta de los besos” nos movemos por gestos e impulsos, nos conducimos por señales y símbolos, nos arropamos con consignas y lemas. Bajo esas capas nos encontramos seguros. Los besos son esas tres cosas: gestos, símbolos y consignas. Los besos son un lenguaje planetario que tiene muchos dialectos, con una gramática complicada y una semántica plural.

## ¿Por qué besamos?

Los besos tienen un origen filogénico y ontogénico rastreable en la evolución de las estructuras neurales hasta el momento en que se desarrolló el actual cerebro emocional humano –sistema límbico, hipotálamo–, lo cual sucedió en las aves y en los primeros mamíferos. Hay animales que besan, que saben besar, aunque no sepan que saben. Nosotros en cambio somos “profesionales” del beso. Ellos besan para coexistir, para relacionarse, para reconocerse, para cuidarse, para tranquilizarse o para protegerse. Nosotros también, pero además hablamos de ello.

Uno de los orígenes evolutivos del beso es la alimentación “boca a boca”. El otro origen evolutivo es el contacto nasal, el reconocimiento olfativo, cuyos fines son la ligazón y la procreación.

Una anécdota: acaban de aterrizar en este mundo dos niñas preciosas, Paula y Natalia, que apenas tienen 1 semana de vida. Su madre disfruta de su candor de cachorrillas, las colma de besos y duermen plácidamente, hasta que ella les roza suavemente en los labios con sus pezones lechosos y sus boquitas se proyectan automáticamente dispuestas para no perder ni una gota. Cuando crezcan y dejen de mamar, pasarán adormecidas los años del destete, hasta que algún día, cuando “adolezcan”, venga un príncipe encantado y las despierte de nuevo con un beso mágico.

### ¿Desde cuándo besamos?

Nuestra especie es “*Homo osculator*”. Todos los seres humanos, de todos los tiempos, lugares, culturas, razas y linajes han besado, besan y besarán. La historia de los pueblos, sus mitos, ritos, códigos, leyendas, artes, encuentros y enfrentamientos se pueden sazonar con múltiples modelos de besos. La historia es una urdimbre de besos con trama de tiempo y geografía. Vivimos en el “planeta de los besos”: besos para todos y todos para el beso. El beso es un elemento simbólico de cohesión. La reunión de los seres humanos, la supervivencia de nuestra especie, se basa en la cooperación emocional e inteligente, el beso es el símbolo más eficaz de esa “*pax*” fecunda.

Pero los besos también tienen sus riesgos. Por ellos se han cometido tantas hazañas como fechorías. Los besos han causado muchos males y miserias, alimentado muchas pasiones y arrebatos, imprudencias y estupideces, celos, recelos, luchas y guerras. Las tumbas de los grandes besadores

de la historia están llenas de saliva y sangre, de misterios y atrocidades. Aun así, nunca hemos dejado de besarnos. Los besos son evolutivamente rentables.

### ¿Cómo besamos?

Hay muchas maneras de besar. Retahílas, repertorios, catálogos, relaciones y diccionarios de besos. En la variedad está el gusto, aunque a menudo las variaciones sean escasamente originales. Los seres humanos somos los únicos animales que usamos y abusamos del beso hasta la desmesura. Besar por besar, eso hacemos, y conseguimos que el beso se pervierta y desaliñe. Y es que los labios son un instrumento multiuso, sumamente versátil. Y el beso es su utilidad más succulenta y divertida.

El beso pertenece a la categoría de los lenguajes gestuales, morfemas simples o gestos informales que permiten la comunicación y la comprensión. Son como los sonidos elementales que cimentan las categorías y relaciones gramaticales de la comunicación primigenia. Ya lo dijo Alfred de Musset: “el único idioma universal es el beso”.

### ¿Todos besamos igual?

Para cada persona, en cada circunstancia, los besos pueden tener diferentes usos y significados. ¿Cada cual besa según es, o es según besa? ¿Dime cómo besas y te diré cómo eres, o es al revés? La relación entre el besar y el modo de ser de las personas es difícil de establecer. Hay personas que padecen carencia de besos y por eso ostentan conductas neuróticas o inadaptables. La carencia infantil de besos produce una especie de raquitismo emo-

cional que afecta a la formación de la personalidad y se manifiesta en comportamientos ansiosos, glotones, egoístas o perversos. Obviamente son teorías difícilmente verificables, pero lo que es evidente es que los besos son una vitamina esencial para el desarrollo del cerebro de niños y niñas, de todas las edades.

La psicología del besar es otro aspecto sumamente interesante para comprender el establecimiento de vínculos emocionales amorosos:

- **Freud:** el gran destete emocional, carencias y compensaciones adultas.
- **Fromm:** madres leche y madres “lechemiel”.
- **Spitz:** depresión anaclítica.
- **Winterbottom:** rasgos más competitivos.
- **Bowlby:** teoría del apego.
- **Ajuriaguerra:** seguridad sexual del adulto.

En apoyo de estas teorías, viene a colación el reciente estudio de M. Meaney & M. Szyf (Dialogues CNS, 2005): la conducta de aseo con lamidos a las crías por la madre durante la primera semana de vida modifica el ADN del gen del receptor de glucocorticoides en el hipocampo y condiciona la respuesta del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal (HHA) al estrés en la vida adulta.

## ¿Los besos son sexo?

La intimidad sexual de la boca es de tal magnitud que puede decirse que la distancia más corta entre dos personas es el beso. En efecto, la distancia emocional más corta no es la línea recta de la mi-

rada, es la curva ondulada de los labios. El beso convoca, une, reúne y unifica. Más que el coito, más que el abrazo, más que la palabra. El beso se da y se recibe al tiempo, se comparte y coprotagoniza. Se puede violar sexualmente a alguien, pero no se puede besar a alguien que no participa. Un beso no es un beso hasta que no se divide en dos, dice un dicho gitano. Los seres humanos sabemos mentir y engañar en casi todo, pero no se puede besar y mentir, engañar y besar al tiempo. Eso no es beso, y se nota enseguida.

Fruto de muchas investigaciones es el descubrimiento de la implicación de numerosas hormonas y neurotransmisores en los procesos emocionales, pasionales o sentimentales del amor desencadenados por los besos. Por ejemplo, recientemente se ha descubierto la DARPP-32, a la que alguien ha denominado “la poción del amor”: se trata de un intermediario en la receptividad sexual facilitada por progesterona. Los ratones homocigóticos con una mutación del gen de DARPP-32 muestran niveles muy bajos de receptividad sexual frente a ratones sin mutación. La activación de DARPP-32 es un paso obligatorio para regular la receptividad sexual: sin ella las señales asociadas a la activación de dopamina, estrógenos o progesterona no se producen. En este terreno destacan los diversos estudios de neurobiología, utilizando sofisticadas técnicas de iconografía cerebral funcional, especialmente los de la antropóloga y neurobióloga Helen Fisher: *Romantic love: a mammalian brain system for mate choice* (H. Fisher *et al.* Phil. Trans. R. Soc. B, 2006)“.

Comparando imágenes cerebrales obtenidas mediante resonancia magnética

(MRI), es posible detectar las zonas implicadas en el enamoramiento, o diferenciar entre cerebros enamorados y de abandonados, o entre el amor maternal y el amor pasional. Incluso es posible diferenciar entre el orgasmo simulado y el real, ya que el simulado activa las zonas relacionadas con las funciones psíquicas superiores, mientras que el real inactiva casi todo el cerebro. La clave de la adicción sexual está en el orgasmo o eyaculación. Según parece, supone tal desgarga de neurotransmisores que da lugar –curiosamente– no a una activación de las zonas del placer, sino a una inactivación de casi todo el cerebro, una especie de intoxicación aguda, agudísima, una especie de “chute” endorfnico, que en los adictos conlleva inmediatamente la búsqueda de nuevos “chutes”. Esto se ha demostrado no solo con estudios neuroquímicos, sino con curiosos estudios de neuroimagen hechos en una universidad muy “liberada” de Dinamarca, que ahora es lo que más “mola”, dicho sea esto al más puro estilo *House*. Y es que el amor es una droga que te alucina, te psicotiza, te desorganiza la conducta y hasta te puede matar.

### ¿Es peligroso besar?

Los peligros y bondades de besar son dos de sus aspectos más intrigantes. Y es que los besos siempre tienen efectos primarios y secundarios, beneficiosos y adversos. Por ejemplo, dicen los poetas que los besos crean adicción. Pero, ¿por qué? La neurobiología, con sus insondables misterios, lo explica todo. Una gran parte de nuestro cerebro lo tenemos dedicado a los labios y la boca. Por eso los besos se sienten tanto. Desencadenan una tormenta bioquímica

en el cerebro a una velocidad altísima. Van directos al cogollo del cerebro, y activan sustancias implicadas en el placer y la recompensa: feniletilamina, catecolaminas, oxitocina, dopamina, endorfinas... Por eso los besos, como dice Sabina, crean adicción, pero también por eso son tranquilizadores y euforizantes, puede que incluso sean antidepresivos.

Pero los besos también tienen *peligros*: en 1 mm<sup>3</sup> de saliva hay 10 millones de bacterias, de 500 tipos diferentes, cada persona tiene 30 especies peculiares: se ha demostrado que pueden transmitir gripe, catarro, herpes, meningitis, parotiditis, hepatitis, HHV-8, sarcoma de Kaposi, citomegalovirus, toxoplasma, estreptococos... Y especialmente la mononucleosis infecciosa (EBV). Incluso se ha descrito la alergia a los besos. Pero en general protegen más que infectan.

Las otras enfermedades del beso son más taimadas y traidoras, como los virus, bacterias y hongos que nadan en la saliva. La “enfermedad del beso” es la mononucleosis infecciosa, que suele ser bastante molesta, pero poco grave. Y es que el beso de los enamorados es una potente aspirina que todo lo cura. Los besos mortales solo existen en las leyendas. Puestos en la balanza, los beneficios saludables del beso superan ampliamente a los riesgos. Besemos, pues, sin miedo ni aprensiones.

Los efectos saludables del besar superan a los riesgos:

- Consumo de calorías y colesterol.
- Higiene bucal, intercambio de bacterias, refuerzo del sistema inmune.
- Descenso de cortisol (estrés) e histamina (menor respuesta alérgica).

- La parejas que se besan viven más (5 años), ganan más (25%) (Arthur Sazbo).
- Tienen efectos euforizantes (antidepresivos).

Es tan bueno besar que alguien ha llegado a proponer una nueva técnica denominada "besoterapia".

### ¿Besar es un arte?

El arte de besar donde mejor se observa es en las bellas artes. Sea en línea o color, en nota o mármol, en plancha o electrón, todas las materias artísticas han tonteado con los besos. Acaso sea la musa más bulliciosa, el motivo más impulsor de la creatividad artística. Cada uno podría elegir su beso preferido en pintura, poesía, música, escultura, fotografía o cine.

Pero es este último, sin duda, el que mejor lo ha captado, transmitido, creado y recreado. Tanto que podríamos decir que el cine nos ha enseñado a besar, que ha creado una nueva cultura del beso. En la "fila de los mancos" los labios van al beso, encuentran otros labios sin necesidad de luz ni topografía. Las neuronas de los labios saben encontrar otros labios sin que nadie las enseñe. Los expertos aseguran que basta con ver a Burt Lancaster y Deborah Kerr en *De aquí a la eternidad*, dándose el que dicen que es el mejor beso del cine, para que los cerebros activen sus circuitos emocionales, y... ya no hay censura que los pare.

### Teoría de los besos

Podríamos proponer una "teoría unificada" de la conducta de besar basada en una idea rompedora: el beso siempre es cosa de tres:

- Los orígenes del beso son tres: olfatorio, alimenticio y sexual.
- Los usos del beso son tres: saludo, cariño y placer.
- Los implicados en el beso son tres:
  - Tres órganos: labios, boca, nariz.
  - Tres funciones: sensación, percepción, acción.
  - Tres sensorios: olfato, sabor, tacto.
  - Tres bioquímicas: feromonas, neurotransmisores y hormonas.
  - Tres afectos: deseo, apego, sosiego.
  - Tres rituales: saludo, respeto, devoción.
  - Tres semánticas: gestos, símbolos, consignas.
- Finalmente, los besos promueven los tres principios esenciales de la vida: nutrición, reproducción y relación.

**Y un lema:** para acabar, simplemente proponer un lema dedicado a esta pequeña esfera azul a la que algunos se empeñan en amargarle la miel de los labios: "besos sin fronteras para la paz del planeta".

### Bibliografía recomendada

De la Gándara JJ. El Planeta de los Besos. Ed. Eduromédice, 2008.



# Los neandertales y la emergencia del simbolismo

Dr. João Zilhão

## Resumen

Según un modelo muy difundido, la humanidad actual resultaría de un proceso de especiación ocurrido hace unos 150.000 años en África oriental. Además de las características fenotípicas que permiten distinguir al *Homo sapiens* de sus ancestros, los cambios biológicos involucrados en el proceso también habrían generado una cognición avanzada, incluyendo la capacidad para pensar y comunicar con símbolos y haciendo posible la consecuente emergencia del lenguaje, del simbolismo y del arte. La superioridad así creada explicaría cómo, en un lapso de tiempo muy corto a escala evolutiva (entre hace 50.000 y 35.000 años), grupos de *Homo sapiens* expandiéndose hacia Europa y Asia habrían podido llevar a la extinción y reemplazar a las poblaciones aborígenes de esos continentes. Sin embargo, descubrimientos recientes confirman que los europeos anatómicamente arcaicos de la época, los neandertales, poseían capacidades cognitivas comparables. Consecuentemente, la correspondiente base biológica (genética, anatómica y funcional) tenía que estar presente en el antepasado común, es decir, sería tan antigua como el mismo género humano. Las causas de la explosión artística observada en Europa hace unos 40.000 años son, por lo tanto, de naturaleza no cognitiva sino histórica, en relación con el crecimiento demográfico y la intensificación de las interacciones sociales.

## Los términos del debate

A lo largo de las últimas décadas del siglo xx, la opinión científica se ha decantado por considerar a los neandertales como un callejón sin salida de la evolución humana, una rama lateral geográficamente confinada y finalmente llevada a la extinción por una expansión *out of Africa* del *Homo sapiens* comenzada hace unos 50.000 años (Stringer & Gamble, 1993). La principal causa de este vuelco fue el reconocimiento de que las poblaciones humanas actuales son genéticamente muy homogéneas, y que, por vía materna, su genealogía remonta a un pequeño grupo ancestral este-africano que vivió hace unos 150.000 años. Se infirió que ese grupo ancestral habría sido el *locus* de un proceso de especiación en el marco del cual ocurrieron los cambios morfológicos que definen al *Homo sapiens*, o "anatómicamente moderno", por contraste con los neandertales, los *Homo erectus* y otras formas dichas "anatómicamente arcaicas": esto es, básicamente, gracilización del esqueleto y de la dentición, eminencia del mentón en la mandíbula y desaparición del torus supraorbital. Al final, estos grupos arcaicos terminarían extinguiéndose, primero en el resto de África y después en Eurasia, siendo reemplazados por los modernos.

Como los cambios morfológicos no parecían suficientes en sí mismos, para con-

ferir una ventaja competitiva que pudiese explicar este desenlace, se postuló que en la especiación de los modernos habrían estado también implicados cambios genéticos y fisiológicos promotores de capacidades cognitivas más avanzadas, incluyendo el lenguaje y la capacidad de pensar y comunicar mediante símbolos. Tal inteligencia superior habría permitido avances tecnológicos y, por ende, una mayor eficiencia en la extracción de recursos, haciendo posible un rápido e importante aumento de los efectivos poblacionales. Ese crecimiento demográfico, a su vez, habría llevado a una mayor complejidad de las relaciones interpersonales, de la división del trabajo y de las redes de interacción a larga distancia entre individuos y grupos sociales. Puesto que los modernos eran más inteligentes, más numerosos, más organizados y mejor equipados, era inevitable que hubiesen sido ellos quienes terminaron prevaleciendo en el enfrentamiento con los arcaicos.

A lo largo de los últimos 10 años, el descubrimiento de cuentas de collar (pequeñas conchas marinas perforadas y pintadas con ocre rojo) en yacimientos de Palestina, Marruecos y Sudáfrica fechados entre hace 100.000 y 75.000 años, en algunos casos en asociación directa con restos fósiles de anatomía moderna, aportó algún respaldo empírico a esta visión del proceso (el modelo llamado de la "Revolución Humana"). Etnográficamente, sabemos que este tipo de objetos sirven para comunicar, ya sea de forma consciente o inconsciente, la identidad social de las personas, es decir, por ejemplo, su sexo, su pertenencia a un grupo de edad (individuo infantil, adolescente, adulto), su condición civil (persona casada, soltera, viuda,

con o sin hijos, etc.) o su filiación étnica. La utilización de símbolos como estos para transmitir información presupone por su parte la existencia de los conceptos abstractos que ellos materializan, por ejemplo, de conceptos de parentesco más allá de la simple relación directa de madre a hijo(s). Y los conceptos, obviamente, no pueden existir si no es en el marco de un lenguaje que les dé entidad y expresión.

Estos hallazgos permiten, por lo tanto, establecer un puente que va de la arqueología a la cognición para fundamentar la presencia de una inteligencia idéntica a la nuestra en las poblaciones modernas de hace 100.000 años (D'Errico & Stringer, 2011). Es evidente, sin embargo, que la primera manifestación de unas capacidades determinadas tiene que estar precedida de su adquisición, uno no puede expresar lo que no es o no tiene. Por lo tanto, lo que se debe concluir de estos datos arqueológicos es que la cognición avanzada que caracteriza a los humanos actuales surgió no hace 100.000 años sino antes. Pero, ¿exactamente cuándo?

A este respecto, la neurobiología y neurofisiología comparadas han podido demostrar tres cosas muy importantes (Deacon, 1997):

- La cantidad y magnitud de los cambios que tienen que darse en el *hardware* para transformar un cerebro como el del chimpancé en el nuestro son demasiado importantes como para haber sido el resultado de una mutación (o un pequeño conjunto de mutaciones) muy rápida, ocurriendo en escala de algunas generaciones apenas.
- En lo que concierne a los aspectos que dejan huella directa o indirecta en el re-

gistro paleontológico, los cambios cruciales involucrados en esa transformación –el aumento del volumen global del cerebro y el crecimiento desproporcionado de los lóbulos frontales, en los que residen nuestras funciones cognitivas más avanzadas– ya se aprecian claramente en los fósiles de *Homo erectus* de hace 1 millón de años (m.a.) o más.

- Metabólicamente hablando, el cerebro es un órgano extremadamente costoso y, desde el punto de vista de la selección natural, un aumento tan significativo de su tamaño, con los correspondientes costes para el organismo, tiene que estar asociado a su pleno rendimiento para adquirir y transmitir información, y esto a niveles muy superiores, en cantidad y calidad, a lo que puede hacer un chimpancé, lo cual no es posible sin el lenguaje y la capacidad para pensar y comunicar por símbolos.

A la luz de estas consideraciones, la visión de los orígenes de nuestra cognición propuesta desde la “Revolución Humana” resulta doblemente cuestionable. Por una parte, los 50.000 años a lo largo de los cuales se aprecia la emergencia de las pequeñas transformaciones que dan lugar a la anatomía moderna en los fósiles esteafricanos son un horizonte temporal insuficiente para que hayan podido ocurrir, simultáneamente, todas las transformaciones neuronales involucradas en la capacidad para hablar. Por otra parte, los cerebros de estos fósiles, los de sus antepasados inmediatos y los de sus contemporáneos arcaicos de Eurasia son todos igual de grandes. Es por lo tanto altamente improbable que la emergencia de la anatomía moderna haya coincidido con un salto cualitativo a nivel de la cognición.

## Descubrimientos recientes

El supuesto fundamental de la “Revolución Humana” es que nuestra evolución se caracterizó por la constante emergencia y extinción de diferentes especies hasta que, con el *Homo sapiens* y su expansión, se llega a la situación actual en que todos los seres humanos pertenecen a una misma especie biológica. Este supuesto no es válido, ni desde el punto de vista teórico ni empírico.

Desde el punto de vista teórico, el estudio de la interesterilidad como función del tiempo recorrido desde la divergencia a partir de un antepasado común (Holliday, 2006) muestra que, entre los muchos linajes de mamíferos de los que tenemos información filogenética, tanto a nivel molecular como fósil, el tiempo mínimo necesario para generar un aislamiento reproductivo completo es de 1,4 m.a. Este valor fue encontrado para dos especies de gacelas, pero entre los primates antropomorfos el intervalo intergeneracional es tres o cuatro veces superior; con lo cual, aquel valor corresponde en realidad, en términos de evolución humana, a unos 4 o 6 m.a. Esto es el doble o el triple de la historia de nuestro género hasta la actualidad, y cinco o diez veces superior al tiempo de la separación entre europeos y africanos que dio lugar a la emergencia de la neandertalidad en nuestro continente, entre hace 0,5 y 0,2 m.a.

El corolario de este estudio es, por lo tanto, que nunca ha podido existir más de una sola especie humana en el planeta. Es decir, que la variación que observamos en el registro fósil corresponde: en el tiempo, a un proceso anagenético, darwiniano, de transformación de una es-

pecie ancestral (*Homo erectus*) en una especie descendiente (*Homo sapiens*), con sus formas intermedias, tanto morfológica como cronológicamente (por ejemplo, el *Homo heidelbergensis*); y, en el espacio, a una diversificación subespecífica generada por aislamiento geográfico en el marco de sucesivos procesos de expansión y extinción de poblaciones locales causados por la gran frecuencia y amplitud de los cambios climáticos y ambientales que caracterizaron el Pleistoceno, la última Edad del Hielo de la Tierra.

Consecuentemente, las diferencias morfológicas entre los modernos africanos de hace 100.000 años y sus contemporáneos arcaicos europeos, aunque más importantes por la duración del aislamiento geográfico que posibilitó su emergencia, son aun así de rango comparable a las que podemos observar en la humanidad actual cuando comparamos poblaciones geográficamente muy alejadas, como, por ejemplo, los aborígenes de Australia o los inuit del norte de Canadá y de Alaska. Designaciones linneanas del tipo *Homo antecessor*, *Homo georgicus*, *Homo rhodesiensis*, etc., deben por lo tanto entenderse como reflejo del contexto científico en que se produjeron los hallazgos y su estudio. Aunque sigan constituyendo etiquetas convenientes a la hora de hacer referencia a grupos de fósiles de morfología, cronología y distribución geográfica definidas, no hay que dejarse confundir por su continuada utilización científica. En realidad, no significan más que, por ejemplo, las designaciones de *Sivapithecus* y *Ramapithecus*, inicialmente propuestas para fósiles interpretados como géneros diferentes de primates antropomorfos del Mioceno y que hoy sa-

bemos que corresponden, sencillamente, a machos y hembras de una misma especie (Wolpoff, 1982).

Empíricamente, esta visión alternativa a la "Revolución Humana" se ha visto corroborada tanto en el registro fósil como en el genético. En 1998, el descubrimiento y excavación de la sepultura de un niño de 5 años de edad en el Abrigo de Lagar Velho (Portugal) (figura 1) reveló un individuo no patológico, cuya anatomía combinaba rasgos predominantemente arcaicos y otros claramente neandertales (Zilhão & Trinkaus, 2002). Poco después, en 2003-2005, la cueva rumana de Oase (figura 2) ofreció otros dos fósiles, una mandíbula de adulto y un cráneo de adolescente, mostrando un mosaico anatómico similar (Trinkaus *et al.*, 2012). En los tres casos, hablamos de individuos fechados en época poco posterior a la del contacto entre neandertales y modernos, con lo que su peculiar combinación de rasgos solo puede resultar de un cruce de poblaciones. En 2010, la secuenciación del genoma de un neandertal de Vindija (Croacia) y su comparación con los genomas de cinco individuos actuales (un francés, un chino, un papúa y dos africanos) ha confirmado estas conclusiones, al demostrar que del 1 al 4% del genoma de los eurasiáticos analizados en el estudio es de origen neandertal (Green *et al.*, 2010).

A lo largo de la última década también se han obtenido pruebas definitivas de que los neandertales poseían una cultura material simbólica y, por lo tanto, una cognición plenamente humana. Desde principios del siglo xx, en que el descubrimiento de esqueletos articulados en fosas sepulcrales en yacimientos de Europa y Oriente Medio (como La Ferrassie, en Francia, o Shanidar,



Figura 1. Lagar Velho (Portugal). El yacimiento (izquierda) y la sepultura infantil de hace 30.000 años.



Figura 2. Oase (Rumanía). Una de las galerías de la red kárstica (izquierda), el cráneo de adolescente y la mandíbula de adulto (derecha).



Figura 3. Renne (Francia). La cueva (izquierda) y colgantes neandertales sobre diente y hueso (a-b: caninos de zorro; c: incisivo de bisonte; d: falange de reno) (derecha).

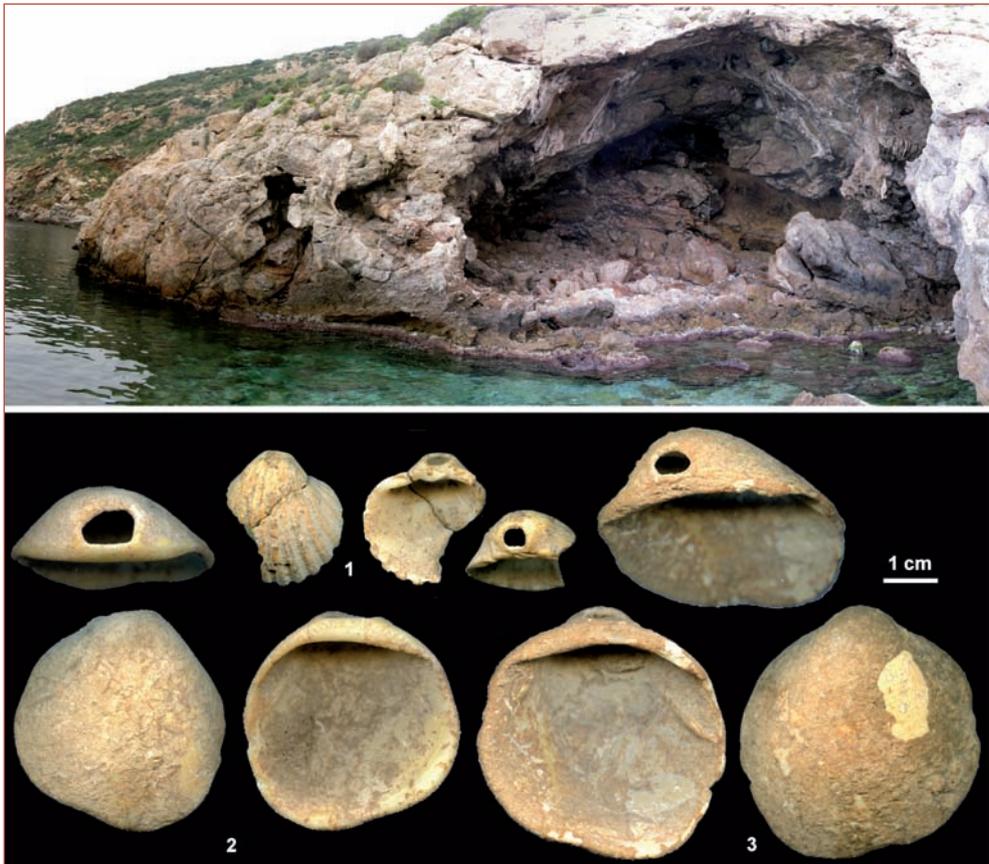


Figura 4. Aviones (España). La cueva (arriba) y colgantes neandertales sobre concha (1. *Acanthocardia tuberculata*; 2-3. *Glycymeris insubrica*) (abajo).

en Irak) había demostrado que enterraban a sus muertos, y en los años 50-60 fueron encontrados objetos de adorno en otros yacimientos neandertales de Francia, como la Grotte du Renne (figura 3). El significado real de estos objetos, sin embargo, fue muy cuestionado. Se argumentó, por ejemplo, que podrían representar intrusiones a partir de estratos superiores del yacimiento, relacionados con ocupaciones del hombre moderno, o que la cultura châtelperroniense de los estratos en donde se hallaron los adornos habría sido obra del hombre moderno, no de los neandertales. El hallazgo en yacimientos neandertales del sur de España, como la Cueva de los Aviones (Cartagena) (figura 4), de conchas marinas usadas como colgantes (pintadas y perforadas) o como contenedores (conservando restos de complejas mezclas de colorantes de naturaleza cosmética), zanjó la controversia. Fechados en torno a 50.000 años, estos objetos son anteriores en casi 10.000 años al inicio de la expansión de los modernos hacia Europa y ni su interpretación simbólica ni su asociación con los neandertales pueden ser seriamente cuestionadas (Zilhão *et al.*, 2010).

## Conclusión

Al entenderse la evolución humana como un proceso anagenético en que los neandertales también son nuestros antepasados, la confirmación de su simbolismo es lo esperable. Con independencia de que su cultura material hubiese producido, o no, manifestaciones arqueológicamente visibles de unas capacidades cognitivas avanzadas, si esas capacidades existían entre las poblaciones africanas de la especie, entonces tenían que existir también entre ellos.

Para los que siguen siendo partidarios de mantener el concepto de modernos y neandertales como especies diferentes, estos descubrimientos obligan aun así a abandonar la componente cognitiva de la "Revolución Humana". Si entendemos que los neandertales resultan de un proceso de especiación ocurrido hace 0,5 m.a. y que los alejó definitiva y completamente del linaje africano que seguiría evolucionando hacia el *Homo sapiens*, tendremos entonces que reconocer que ese proceso generó humanidades que, aunque distintas en lo morfológico, eran idénticas o similares en lo cognitivo. Y, por lo tanto, que el lenguaje y la cognición avanzada característicos del hombre existían en su antepasado común, centenares de miles de años antes que sus manifestaciones materiales aparezcan por primera vez en el registro arqueológico.

Si no representan la adquisición reciente de unas capacidades cognitivas que antes no existían, ¿qué significan entonces la súbita aparición, hace unos 100.000 años, del adorno personal y, más tarde, hace unos 40.000 años, del arte rupestre? Con toda probabilidad, la respuesta reside en factores de naturaleza demográfica y social. Cuando todo el mundo se conoce, no hace falta la utilización de símbolos para comunicar tu identidad. Pero, con el incremento de su complejidad, la vida social genera situaciones de contacto frecuente con desconocidos y crea la necesidad de delimitar territorios o de establecer alianzas; y entonces sí, los símbolos se hacen imprescindibles. Lo que hace 100.000 años empezamos a ver tanto entre modernos como entre neandertales es justamente la entrada en esa nueva etapa de la historia de la humanidad: una etapa en que los avances tecnológicos (por

ejemplo, en las armas de caza) posibilitan unos aumentos de población, tanto en cantidad como en densidad, cuya acomodación al espacio geográfico y a los territorios habitados necesita el desarrollo de formas de organización social mucho más complejas que las de antes.

### Bibliografía recomendada

D'Errico F, Stringer CB. Evolution, revolution or saltation scenario for the emergence of modern cultures? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2011; 366:1.060-9.

Deacon T. *The Symbolic Species: The Coevolution of Language and the Brain*. New York: W. W. Norton & Co, 1997.

Green RE, Krause J, Briggs AW, et al. A Draft Sequence of the Neandertal Genome. *Science* 2010; 328:710-22.

Holliday TW. Neanderthals and modern humans: an example of a mammalian syngameon?

In K. Harvati and T. Harrison (eds.), *Neanderthals Revisited: New Approaches and Perspectives*. New York: Springer, 2006; 289-306.

Stringer C, Gamble C. *In Search of the Neanderthals*. London: Thames and Hudson, 1993.

Trinkaus E, Constantin S, Zilhão J. Life and Death at the Peștera cu Oase: A Setting for Modern Human Emergence in Europe. Oxford: Oxford University Press (in press) (eds.), 2012.

Wolpoff M. *Ramapithecus and Hominid Origins*. *Current Anthropology* 1982; 23:501-22.

Zilhão J, Angelucci D, Badal-García E, et al. Symbolic Use of Marine Shells and Mineral Pigments by Iberian Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 2010; 107:1.023-8.

Zilhão J, Trinkaus E. Portrait of the Artist as a Child. The Gravettian Human Skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and its Archeological Context. Lisboa: Instituto Português de Arqueologia (eds.), 2002.

# Los neandertales de El Sidrón (Asturias): contexto y paleobiología

Dr. Antonio Rosas González, D.<sup>a</sup> Almudena Estalrrich Albo,  
Dr. Carles Lalueza Fox, Dra. Rosa Huguet Pàmies, D. Antonio García-Taberero,  
D. Samuel García Vargas, Dr. Markus Bastir, D. Ángel Peña Melián,  
D. David Santamaría Álvarez y Dr. Marco de la Rasilla Vives

## Resumen

La muestra de fósiles humanos de El Sidrón (Asturias) representa, hoy en día, la colección de restos neandertales más numerosa y completa encontrada en la Península Ibérica. Su valor científico reside en diferentes aspectos. En la muestra se encuentran representados al menos 12 individuos de ambos sexos y diferentes edades. Sus caracteres anatómicos denotan una cierta variabilidad propia del universo de los neandertales y abre la posibilidad de estudiar la diversidad paleogeográfica de sus poblaciones. En este marco, la Península Ibérica ha pasado a ser un territorio clave a la hora de entender el proceso de evolución de los neandertales. Los yacimientos ibéricos aportan claves fundamentales tanto del origen de la especie *Homo neanderthalensis* como de su desaparición final. Los fósiles de El Sidrón vienen a sumarse a la investigación de estos aspectos e incorporan un significativo caudal de datos morfológicos, paleobiológicos y paleogenéticos. Relacionado con esto último, los estudios paleogenéticos que se están desarrollando en el yacimiento de El Sidrón incluyen aspectos muy variados, desde las propias técnicas de excavación, con la implementación de un protocolo de “excavación limpia”, hasta los estudios de ADN mitocondrial (mt) y ADN nuclear, siendo pioneros en el aná-

lisis de genes nucleares específicos y habiendo participando en el importante proyecto “Genoma Neandertal”. Recientes estudios de ADNmt han permitido establecer la diversidad genética dentro del grupo de neandertales “Sidrón”, con importantes implicaciones en el esclarecimiento de la biología reproductiva de esta especie fósil.

## Introducción

En este trabajo se presenta una perspectiva general de la colección de neandertales del yacimiento de El Sidrón (Asturias, España), atendiendo tanto a los restos fósiles y al propio yacimiento, como a las líneas de investigación que se están desarrollando.

El estudio de El Sidrón debe inscribirse en el marco del interés genuino y propio que despierta el mundo de los neandertales. *Homo neanderthalensis* representa la especie humana más próxima a los seres humanos actuales (*Homo sapiens*), con los que comparten un antepasado común. La especie *Homo antecessor* fue propuesta por el equipo investigador de Atapuerca como candidata a ser antepasada de dos linajes: el linaje humano (el nuestro), con *Homo rhodesiensis* en posición intermedia, representado, entre otros, por los restos de Kabwe y Bodo. Y, por otro lado, el linaje de

los neandertales, con *Homo heidelbergensis* como antepasado inmediato de los neandertales, y representado por los restos hallados en La Sima de los Huesos de Atapuerca (Bermúdez de Castro *et al.*, 1996; Rosas *et al.*, 2006). La asignación filogenética de los fósiles de Mauer, Tautavel o Steinheim ha vuelto a ser reconsiderada recientemente (Tattersall, 2010). En qué modo el estudio de El Sidrón puede aportar información útil para esclarecer el proceso evolutivo y la paleobiología de los neandertales representa la raíz del programa de nuestro equipo de investigación.

### El yacimiento de El Sidrón (Asturias)

El yacimiento de El Sidrón se localiza en Piloña, Asturias, próximo al litoral cantá-

brico. Se trata de un yacimiento en cueva y los restos óseos proceden de una pequeña galería –La Galería del Osario– perpendicular al eje principal del sistema, denominado Galería del Río (figura 1). De este yacimiento procede la que es, hoy en día, la mejor colección de restos neandertales de la Península Ibérica y viene a llenar, junto con otros yacimientos ibéricos actualmente en excavación (Sima de Las Palomas en Murcia, Cova Forada y Cova Negra en Valencia, Pinilla del Valle en Madrid), un secular vacío en el registro fósil de neandertales en España.

A pesar de lo reducido del espacio, el yacimiento presenta una elevada heterogeneidad de los sedimentos. Esto ha motivado un planteamiento muy original de la excavación, realizado por el profesor Javier



Figura 1. El yacimiento de El Sidrón (Asturias). Plano de las galerías kársticas y de diferentes imágenes de la Galería del Río y de la Galería del Osario.

Fortea, catedrático de Prehistoria de la Universidad de Oviedo, gestor y diseñador de la excavación de El Sidrón, fallecido en octubre de 2009, a quien desde aquí queremos expresar nuestro reconocimiento y admiración. Gracias a este planteamiento de la excavación, hoy en día disponemos de una serie de secciones estratigráficas levantadas a lo largo del eje principal de la Galería del Osario, que han permitido alcanzar un modelo de acumulación del conjunto fósil. Se han distinguido cinco unidades estratigráficas. Los fósiles humanos proceden de la unidad III.

Los fósiles han sido datados por diferentes métodos radiométricos. El carbono 14 y OSL (luminiscencia óptica estimulada) convergen en una cronología próxima a los 49.000 años (Torres *et al.*, 2010; Wood *et al.*, 2012). Tanto desde el punto de vista cronométrico como desde el geográfico (y veremos también el anatómico), los fósiles de El Sidrón corresponden a los llamados “neandertales clásicos”.

Actualmente, la colección de fósiles de El Sidrón se compone de más de 1.900 restos humanos, correspondientes a un número mínimo de 12 individuos. Todas las regiones del esqueleto están representadas, lo que no quiere decir que se conserve el esqueleto completo de los 12 individuos. Prácticamente todos los restos hallados en la Galería del Osario son humanos, con un número muy bajo de restos de animales, entre los que encontramos rebeco, un bóvido de gran tamaño (*Bos* o *Bison*), un équido, gamo, ciervo, oso, lobo, conejo, lirón y batracios, además de malacofauna. Además, se han recuperado más de 300 restos de industria lítica musteriense, íntimamente asociados a los restos óseos humanos (Santamaría *et al.*, 2010, 2011).

Desde el punto de vista tafonómico, el conjunto fósil se encuentra en posición secundaria. Se interpreta que hubo un depósito original de los restos, posiblemente situado en un nivel superior del karst, y que, tras una gran tormenta, todo el depósito –huesos y sedimentos– se deslizó por uno de los canales verticales hasta alcanzar el nivel donde hoy los encontramos (Cañaveras *et al.*, 2011). La unidad III, compuesta por una mezcla caótica de arenas, gravas y huesos, evidencia la entrada en masa de todo el material hacia su posición secundaria en un evento único.

## Rasgos anatómicos de los restos humanos

A continuación pasaremos a explorar algunas de las características anatómicas de los homínidos de El Sidrón. Antes, un breve repaso de los rasgos más típicos del cráneo neandertal. Entre estos cabe destacar: los rasgos de la cara derivados del prognatismo medio facial, consistente en una proyección anterior de la zona media de la cara (p. ej.: glabella, región nasal, malares), los rasgos de la región occipito-mastoidea, con una marcada fosa supraorbitaria, un claro chiñón, o mastoides reducidas, entre otros. También podemos destacar la aparición de un espacio retro-molar o la posición retrasada, bajo el primer molar, del foramen mentoniano, así como una dentición anterior relativamente grande.

En El Sidrón hemos recuperado varios especímenes de la región occipital (restaurados por Fernández Cascón *et al.*, 2009), que presentan caracteres típicos de los neandertales, como los ya mencionados, y un toro occipital bilateralmente proyectado.

Sin embargo, y aquí aparece una cuestión interesante, las proporciones del hueso occipital se asemejan a las de los occipitales de homínidos más antiguos de Europa, tales como Petralona. Así, el occipital de El Sidrón es ancho y redondeado, frente a otros neandertales clásicos, como Saccopastore o La Chapelle-aux-Saints, que son más estrechos y alargados (Bastir *et al.*, 2010).

En el caso de la mandíbula también encontramos caracteres propios de los neandertales, tales como la posición del foramen mentoniano o la marcada inclinación de la línea milohioidea. Pero al comparar las mandíbulas de El Sidrón con otros neandertales clásicos, hemos observado una diferencia en la expresión de algunos caracteres tales como el tamaño del triángulo retromolar, siendo este más corto en los restos asturianos, lo que les hace mostrar

una expresión más primitiva del carácter. Rosas *et al.* (2006) plantearon la hipótesis de que esta diferencia podría deberse a diferencias geográficas. Para testarla, dividimos la muestra en neandertales del norte y neandertales del sur, haciendo pasar la frontera norte/sur por las cordilleras que separan las penínsulas del sur: la Ibérica, la Itálica y los Balcanes. Usando métodos de morfometría geométrica, comprobamos que en las mandíbulas se detecta una diferencia norte/sur entre las poblaciones neandertales. Los fósiles de El Sidrón se incluyen, según este método, entre las poblaciones del sur (figura 2). Este fenómeno, es decir, la apariencia primitiva en algunos rasgos y las posibles diferencias geográficas, es uno de los temas de investigación actualmente más atractivos. Se pretende, en esencia, llegar a entender el significado evolutivo de los caracteres. Tal escenario in-

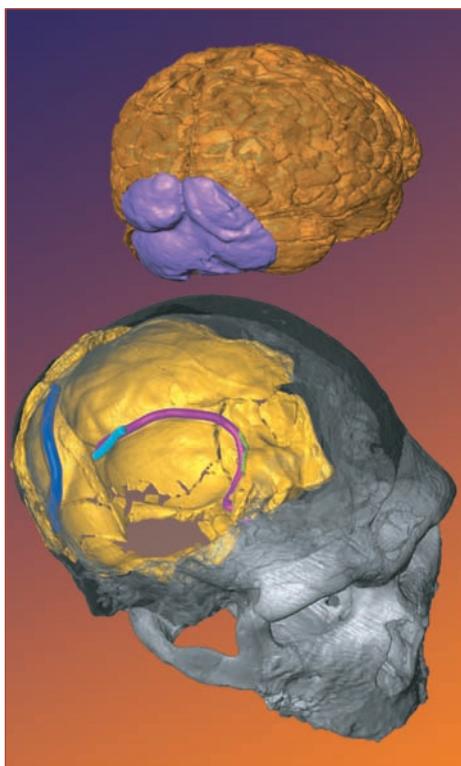


Figura 2. Esquema que recoge la hipótesis de la existencia de dos variedades neandertales: los del Norte y los del Sur. En el mapa se reflejan las áreas geográficas en las que se distribuyen estos dos grupos.

investigador es del todo relevante, ya que nos conecta de lleno con las posibles dinámicas de expansión y retracción de las poblaciones neandertales durante el Pleistoceno. La pregunta que late es saber si los llamados neandertales clásicos tienen su origen en un refugio del sur, en una época glacial tras la cual hubo una posterior expansión, o si, por el contrario, podemos encontrar una estructura geográfica poblacional más antigua, con persistencia de poblaciones en diferentes ámbitos geográficos a lo largo de diferentes ciclos glaciales.

Otro de los aspectos en estudio concierne a la paleoneurología. En la figura 3 podemos ver una imagen de un hueso occipital de El Sidrón, su reconstrucción virtual y el molde endocraneal. Una de las conclusiones que emergen del estudio del cerebro de los neandertales y del sistema de drenaje venoso es una clara asimetría del encéfalo (Rosas *et al.*, 2009; Peña-Melián *et al.*, 2011). Tal asimetría se aprecia tanto en la estructura general, con las llamadas petalias (consistentes en asimetrías volumétricas y direccionales, en este caso en el adelantamiento espacial de uno de los lóbulos occipitales con respecto al otro), como en la asimetría en el riego venoso. Un cerebro muy asimétrico es interpretado como un cerebro muy especializado.

Otro estudio en proceso, usando técnicas de antropología virtual, es el de las estructuras internas del cráneo, como por ejemplo el oído interno. Las técnicas de antropología virtual las hemos usado también para ensayar la excavación virtual de bloques concrecionados que englobaban una gran cantidad de fósiles. Un ejemplo claro lo tenemos en la figura 4, donde podemos ver un bloque concre-



*Figura 3. Técnicas de antropología virtual aplicadas a los restos craneales de El Sidrón. En la imagen inferior un fragmento de occipital (posicionado anatómicamente en un cráneo) con parte de su sistema de drenaje venoso craneal. Arriba reconstrucción de los lóbulos occipitales del mismo occipital, situado igualmente en un encéfalo.*

cionado, su radiografía y su excavación virtual. Podemos apreciar la presencia de un pie en conexión anatómica, parte del esqueleto axial, costillas, una tibia y multitud de dientes aislados. Igualmente, la reconstrucción de fósiles fragmentarios es uno de los aspectos de mayor desarrollo en la actualidad de la antropología virtual, trabajados por Markus Bastir y Antonio García-Taberner. El paso más simple en este sentido es, por ejemplo, la reconstrucción de la imagen especular de elementos simétricos.

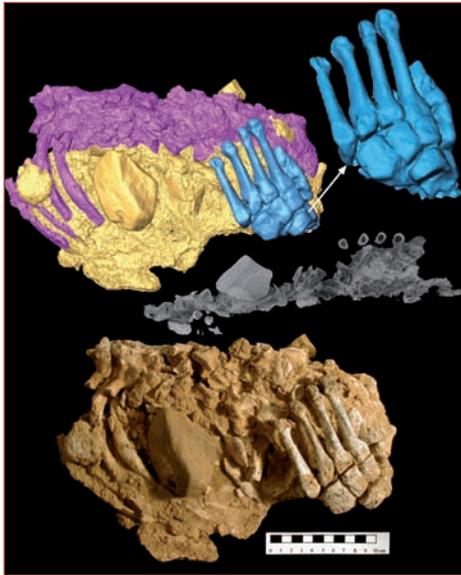


Figura 4. Excavación virtual del bloque SD-437. Abajo: el bloque real, con numerosos huesos englobados en sedimento concrecionado. Medio: corte de tomografía computarizada. Superior: el bloque virtual donde por segmentación se ha separado una columna vertebral (rosa) y parte de un pie (azul).

## Individuos neandertales de El Sidrón y su paleobiología

Pasamos ahora a comentar los individuos que hemos identificado en El Sidrón, ejercicio en el que han participado de forma activa Almudena Estalrich y Samuel García-Vargas. Se trata de un número mínimo de 12 individuos entre los que están representados tres hombres y tres mujeres adultas (figura 5), tres adolescentes y tres individuos juveniles e infantiles. La identificación de estos individuos la hemos realizado usando como elemento de referencia el más repetido: los primeros molares inferiores izquierdos. Desde ellos, mediante criterios de congruencia tales como el tamaño, el grado de desgaste, la presencia de hipoplasias y

la coincidencia especular de los surcos sub-verticales de las facetas interproximales (estudiadas en Estalrich *et al.*, 2011), hemos ido reconstruyendo las denticiones. Faltan aún por asignar muchos elementos post-craneales a los individuos dentales. Entre los aspectos físicos que caracterizan a los individuos de El Sidrón hemos podido reconstruir la estatura por medio de relaciones proporcionales, siendo esta similar a la de otros neandertales, con una media en torno a los 1,64 m (Sánchez-Meseguer, 2007). A modo de curiosidad, en El Sidrón encontramos al neandertal más “bajito”.

Una importante fuente de información la tenemos en las marcas y desconchones que quedan registrados en los dientes. Tenemos, por un lado, los desconchones de esmalte que nos hablan del uso de los dientes como un instrumento. Por otro, en la cara anterior de los dientes, en particular en los incisivos, quedan una serie de estrías producidas por el uso de cuchillos de piedra al sujetar la carne con la boca, usada como una tercera mano, y cortarla. La dirección de los cortes visibles en la dentición permite deducir la lateralidad manual, por lo que sabemos que todos los individuos de El Sidrón eran diestros. También encontramos surcos interproximales que evidencian el uso de algún utensilio a modo de palillo de dientes.

Otro aspecto particularmente importante y también visible en la dentición es la hipoplasia dental, estudiada por Samuel García-Vargas. Las hipoplasias son defectos en la forma del esmalte o la dentina producidos por una interrupción en la secreción de estos tejidos durante su desarrollo. Cuando encontramos hipoplasias en diferentes dientes que se están formando al mismo tiempo, estas son re-

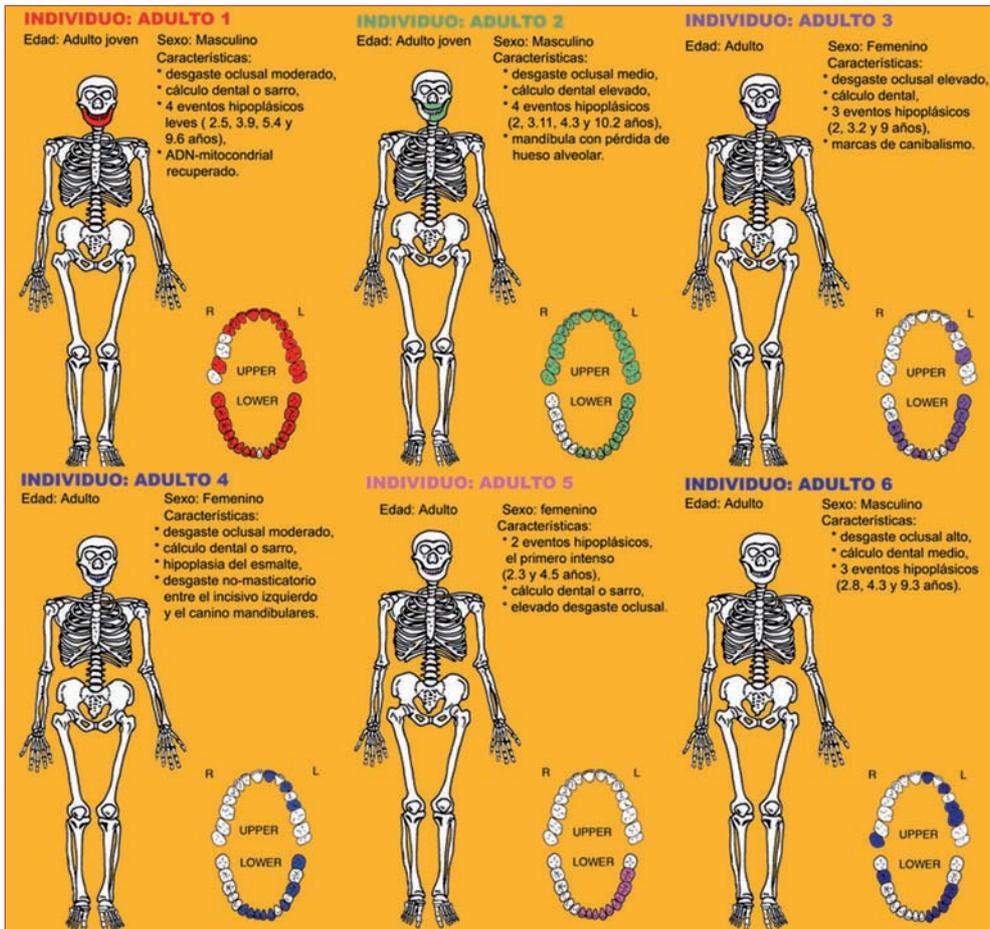


Figura 5. Representación de los neandertales adultos identificados hasta el momento. Se trata de los individuos Adulto 1, Adulto 2, Adulto 3, Adulto 4, Adulto 5 y Adulto 6.

flejo de episodios de estrés fisiológico no específico, tales como infecciones, fiebres o deficiencias nutricionales. Todos los individuos de El Sidrón presentan hipoplasias en su dentición y encontramos una alta frecuencia de las mismas (56,8%) en el total de los dientes de la muestra. Es posible datar la edad en la que sucedieron estos fenómenos de estrés fisiológico mediante el conteo de marcas incrementales que se forman pe-

riódicamente durante el desarrollo del diente (estricciones cruzadas –diarias–, y estrías de Retzius y *perikymata* –perisemanales–). En El Sidrón encontramos un pico de incidencia entre los 2,5 y 3,5 años, que podría estar asociado con la edad de destete en esta población. También son indicativos de la paleobiología los llamados “*subvertical grooves*”, o surcos subverticales (figura 6), que nos hablan de las fuerzas y las frecuencias en

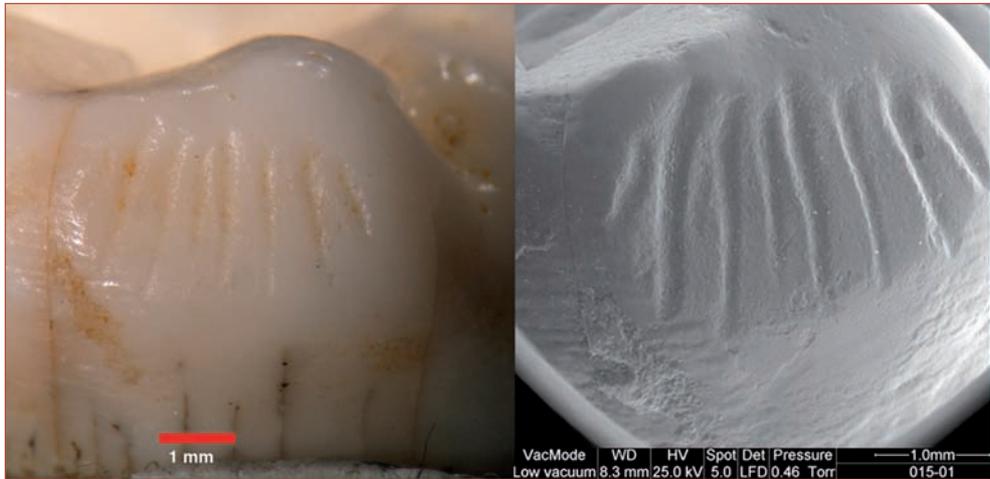


Figura 6. Surcos subverticales en una cara interdental en el molar SDR-015 de la colección de El Sidrón. Izquierda, vista con lupa binocular a 30 aumentos. Derecha, vista con microscopio electrónico de barrido a 40 aumentos.

la masticación, así como el cálculo dental o sarro, que tiene que ver con la dieta e ingesta de sustancias procedentes del ambiente, y cuya mayor o menor presencia puede verse influida por el estado de salud del individuo.

Finalmente, quizá de los aspectos más destacados de la muestra de El Sidrón son

los claros signos de prácticas de canibalismo, estudiadas por Rosa Huguet. Estos se evidencian por la presencia de marcas de corte (como las visibles en esta mandíbula a la altura de la inserción del masetero –figura 7– o en el húmero a la altura de la articulación del codo), que nos hablan del descarnado de los huesos.



Figura 7. Mandíbula neandertal en la que se aprecian (imagen aumentada) las llamadas marcas de corte dejadas sobre el hueso por los cuchillos de piedra al descarnar. Las marcas de corte, junto a otras evidencias, son pruebas de prácticas de canibalismo.

También otra serie de signos evidencian las prácticas caníbales, como las marcas de percusión, que indican la fracturación de los huesos para acceder a la nutritiva médula ósea.

## El ADN fósil

El estudio del ADN fósil de El Sidrón, cuyas diferentes líneas de trabajo han dado muy buenos resultados, se organiza en tres apartados: 1) ADN mitocondrial, que permite conocer la variabilidad poblacional, 2) el estudio de genes nucleares específicos, que nos hablan de la adaptabilidad, y 3) los estudios genómicos, que nos permiten establecer modelos evolutivos al ser comparados con nuestro genoma o el de otros primates actuales.

Hoy en día está sólidamente establecido que el ADN mitocondrial de los neandertales está fuera de la variabilidad humana actual, lo que sustentó, en su momento, el modelo de que *H. sapiens* y *H. neanderthalensis* denominan a dos especies distintas. En la actualidad se han secuenciado seis mitogenomas completos a partir de fósiles neandertales de distintos yacimientos, entre ellos El Sidrón, detectándose una baja diversidad genética, y se ha estimado que esta variabilidad enraíza en una hipotética “Eva neandertal” hace unos 110.000 años.

Sin embargo, en todo el proceso investigador conducente a la extracción de ADN antiguo, uno de los problemas de mayor consideración ha sido el problema de la contaminación, que puede llegar a ser uno de los mayores impedimentos. Hoy en día, este problema está más o menos resuelto en el caso del ADNmt, puesto que conocemos bien las

diferencias entre los neandertales y los humanos modernos (*H. sapiens*). Sin embargo, el problema claramente persiste para el ADN nuclear. En este contexto, en la excavación del registro fósil de El Sidrón hemos desarrollado el llamado protocolo de “excavación limpia”. Este protocolo, que a su vez ha ido sofisticándose a medida que se iban desarrollando los análisis, persigue la extracción de restos sin ningún contacto físico directo con el excavador, de modo que podamos tener una elevada confianza en la ausencia de ADN contaminante antes del proceso de extracción de ADN. Por otro lado, una vez extraído el fósil, el protocolo concede gran importancia al mantenimiento de la cadena de frío que evite la degradación del material genético previa a su estudio en el laboratorio.

Retomando los tres puntos antes referidos sobre el estudio del ADN, pasamos a los genes específicos analizados en El Sidrón, entre los que se encuentran: El FOXP2, que es un gen implicado en la capacidad del habla, cuya mutación se relaciona con trastornos específicos del lenguaje. Recordar que no se trata del gen del lenguaje, no es tan simple, puesto que en dicha función intervienen numerosísimas variables: distintas áreas sensitivas cerebrales, las implicadas en la asociación y la cognición (área de Wernicke y de Broca, por ejemplo), las áreas motoras del cerebro, y todo el aparato musculoesquelético necesario para la vocalización. Los resultados obtenidos sostienen que los neandertales muestran para dicho gen la misma secuencia que en humanos modernos. El MC1R es un gen implicado en la pigmentación de la piel. Se ha compro-

bado mediante estudios funcionales (introduciendo la variedad neandertal del gen en células pigmentarias) que la variante genética neandertal desarrolla actividades celulares propias de individuos pelirrojos, por lo que cabe inferir la existencia de individuos con esta variedad pigmentaria en las poblaciones neandertales (Lalueza *et al.*, 2007). Su secuencia genética, sin embargo, no es igual que la de los *H. sapiens* pelirrojos. Se trataría, por tanto, de un caso de convergencia. Otros genes estudiados han sido el implicado en el sistema sanguíneo ABO, dando como resultado que los neandertales son del grupo O (Lalueza *et al.*, 2010), y el gen implicado en la detección del gusto amargo, el TAS2R38, cuya variedad neandertal es la misma que la de los *sapiens* no gustadores (Lalueza *et al.*, 2011).

El último de los apartados concierne a los estudios genómicos. Se trata en este caso de la secuenciación masiva de todo el ADN neandertal conservado en una muestra. Se persigue con ello la caracterización del genoma completo. El proyecto estrella en este sentido ha sido el llamado Genoma Neandertal. Los resultados del proyecto, que son muchos, se pueden agrupar en dos bloques. Por un lado, la identificación de genes que son típicamente humanos (es decir, aquellos que los neandertales tienen en expresión primitiva y que, por tanto, se han diferenciado en los humanos modernos desde la "divergencia *sapiens*-neandertal"). Por otro, las conclusiones sobre el modelo evolutivo que se derivan de los análisis genómicos. En el primer bloque podemos distinguir genes con cambios derivados implicados en: 1) la fisiología de la piel, 2) aspectos cognitivos, 3) el desarrollo del

esqueleto, y 4) funciones olfativas. En cuanto al modelo evolutivo, el resultado más llamativo que se desprende del proyecto Genoma Neandertal es la existencia de secuencias genéticas comunes entre los neandertales y los humanos modernos no subsaharianos. Este hecho se interpreta con la existencia de un momento de hibridación en el Próximo Oriente, cuando los humanos modernos, al salir de África, se encontraron con las poblaciones neandertales residentes en esta región geográfica hace unos 80.000 años. En ese momento se habría producido un intercambio de genes, y en la posterior dispersión de los grupos humanos, estos habrían arrastrado un porcentaje de genes neandertales, entre el 2 y el 4%. Curiosamente, no se ha detectado mayor rastro genético neandertal en los europeos actuales que en otras poblaciones no subsaharianas, lo que puede interpretarse como ausencia de hibridación posterior entre neandertales y cromañones, pese a que ambos cohabitaron en Europa durante miles de años (desde hace aproximadamente 40.000 años, fecha en que entraron los humanos anatómicamente modernos en Europa, hasta la desaparición de los neandertales, hace cerca de 28.000 años).

Otro aspecto recientemente publicado es el estudio de la variabilidad genética del ADNmt dentro de la muestra de El Sidrón (Lalueza *et al.*, 2011). Se ha detectado una distribución diferencial de haplotipos por sexos. En efecto, los individuos masculinos adultos presentan todos un mismo haplotipo, mientras que las tres mujeres adultas presentan tres haplotipos distintos. Tal distribución se ha interpretado como consecuencia de un modelo reproductivo patri-

local. Según este modelo, los machos permanecen en el territorio parental, mientras que serían las mujeres las que cambiarían de residencia, abandonando el territorio parental y pasando a otro.

## Nota final

Con lo escrito en estas páginas se ha pretendido transmitir al lector una perspectiva general de los estudios que se llevan a cabo con la muestra de fósiles neandertales de El Sidrón. Son muchos los aspectos que todavía quedan por estudiar, desde la paleobiología y el modelo evolutivo hasta los aspectos cognitivos, o los múltiples estudios que se han abierto en el campo de la paleogenética. Esperemos que tanto los fósiles actualmente descubiertos como los previsiblemente recuperables en próximas campañas sigan aportando un rico caudal de información. Confiamos en que en un futuro próximo el equipo de El Sidrón pueda ofrecer nuevos datos de interés sobre el origen, vida y ocaso del linaje neandertal.

## Agradecimientos

Queremos agradecer desde aquí a todos los integrantes y colaboradores del equipo de El Sidrón, de cuyo trabajo y entrega emana la información aquí recogida. El proyecto de El Sidrón es financiado por la Consejería de Cultura del Gobierno del Principado de Asturias. Aspectos parciales de los estudios quedan recogidos en los proyectos del Plan Nacional CGL2009-09013 y BFU2009-06974.

## Bibliografía recomendada

Bastir M, Rosas A, Tabernero AG, et al. Comparative morphology and morphometric as-

essment of the Neandertal occipital remains from the El Sidrón site (Asturias, Spain: years 2000-2008). *Journal of Human Evolution* 2010; 58:68-78.

Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL, Carbonell E, et al. A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: possible ancestor to Neandertals and Modern Humans. *Science* 1997; 276:1.392-5.

Cañaveras JC, Sánchez-Moral S, Lario J, et al. La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Una investigación interdisciplinar de un grupo neandertal. *Excavaciones arqueológicas de Asturias. Monografías I. Gobierno del Principado de Asturias. Oviedo. 2011; 43-63.*

Estalrich A, Rosas A, García-Vargas S, et al. Brief communication: Subvertical grooves on interproximal wear facets from the El Sidrón (Asturias, Spain) Neandertal dental sample. *American Journal of Physical Anthropology* 2011; 144:154-61.

Fernández Cascón B, Rosas A, Estalrich A, et al. Restoration of the Neandertal remains from El Sidrón cave (Asturias, Spain). Poster en el I Conservation Workshop: Finding Global Solutions for Natural History Collections. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Sabadell. 2009.

Lalueza-Fox C, Römpler H, Caramelli D, et al. A melanocortin 1 receptor variant suggests light skin and red hair in some Neanderthals. *Science* 2007; 114:7.417-9.

Lalueza-Fox C, Gigli E, De la Rasilla M, et al. Genetic characterization of the ABO blood group in Neandertals. *BMC Evolutionary Biology* 2008; 8:342-7.

Lalueza-Fox C, Rosas A, Estalrich A, et al. Genetic evidence for patrilocal mating behaviour among Neandertal groups. *Proc, Natl Acad Sci USA*, 2011; 108:250-3.

Peña-Melián A, Rosas A, García-Tabernero A, et al. Paleoneurology of Two New Neandertal Occipitals from El Sidrón (Asturias, Spain) in the Context of Homo Endocranial Evolution. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology* 2011; 294:1.370-81.

Prieto JL. Hallazgos paleopatológicos en la mandíbula SDR-7-8 de El Sidrón. Monografías. Museo de Altamira. Santander. 2005; 20:397-403.

Rosas A, Bastir M, Martínez-Maza C, et al. Inquiries into Neanderthal cranio-facial development and evolution: accretion vs organismic models. In: Harrison T, Harvati K (eds) Neanderthals Revisited. Springer Verlag, New York University, 2006a; 38-69.

Rosas A, Martínez-Maza C, Bastir M, et al. Paleobiology and comparative morphology of a late Neandertal sample from El Sidrón, Asturias, Spain. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. 2006b; 103;19.266-71.

Rosas A. Los neandertales. En Los libros de la catarata, colección ¿Qué sabemos de? Madrid: Ediciones CSIC, 2010.

Sánchez Meseguer A. Estatura y Proporciones Corporales de los Neandertales de El Sidrón. Trabajo de Suficiencia Investigadora. Doctorado en Paleontología (UCM-UAM-UAH) 2008.

Santamaría D, Fortea J, De La Rasilla M, et al. The technological and typological behaviour of a neanderthal group from El Sidrón cave (Asturias, Spain). Oxford Journal of Archaeology 2010; 29:119-48.

Santamaría D, Martínez L, Duarte E, et al. Los remontajes líticos musterienses de la Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). En XIII Reunión Nacional de Cuaternario. V. Turu y A. Constante (eds.). El Cuaternario en España y áreas afines, avances en 2011. AEQUA y Fundación Marcel Chevalier, Andorra (julio, 2011), 2011; 229-33.

Tattersall I. Before the Neanderthals: Hominid Evolution in Middle Pleistocene Europe. In (Condemi, S. and Weniger, G. Eds.) Continuity and discontinuity in the peopling of Europe. One Hundred Fifty Years of Neanderthal Study. Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology series. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2010; 47-53.

Torres de T, Ortiz JE, Grün R, et al. Dating of the hominid (*Homo neanderthalensis*) remains accumulation from El Sidrón cave (Piloña, Asturias, north Spain): An example of a multi-methodological approach to the dating of upper pleistocene sites. Archaeometry 2010; 52:680-705.

Wood RE, Higham TFG, Torres T. De, et al. A new date for the neanderthals from El Sidrón cave (Asturias, northern Spain). Archeometry (en prensa) 2012.

# Los nuevos genomas de homínidos del pasado

Dr. Carles Lalueza Fox

## Resumen

Las nuevas tecnologías de secuenciación masiva en paralelo permitieron, en el año 2010, la obtención de dos genomas de homínidos extintos: los neandertales y los llamados denisovanos. Estos paleogenomas han proporcionado un listado de genes con cambios de aminoácido fijados entre nosotros y estos otros linajes humanos, que deberán de ser explorados funcionalmente en el futuro y que podrán generar una definición objetiva de nuestra especie. Asimismo, los paleogenomas han proporcionado evidencias genómicas de cruzamientos con los humanos modernos en su salida de África, hace menos de 100.000 años, transformando el paradigma vigente de la evolución humana y generando un modelo mucho más complejo sobre el origen de nuestra especie. El análisis de más genomas del pasado puede ayudar a comprender mejor el alcance evolutivo y la distribución geográfica de estos procesos de flujo genético que tuvieron lugar entre los neandertales y los denisovanos y algunas poblaciones de humanos modernos.

## Introducción

En los últimos 15 años, nuestra comprensión de la evolución humana se ha visto sacudida por los descubrimientos realizados con las técnicas de la paleogenética. Hasta el año 2010, el hallazgo científico más relevante en este campo era sin duda la re-

cuperación, en 1997 (Krings *et al.*, 1997), de fragmentos del ADN mitocondrial del holotipo neandertal, procedente de la Cueva Feldhofer en Alemania. En aquel momento, y, sin duda, bastantes años después, ningún investigador de campo habría creído posible que se llegaran a conseguir genomas completos. Dadas las problemáticas técnicas asociadas al estudio del ADN antiguo, entre ellas la degradación del material genético, la generación de errores post mórtem y la contaminación con ADN exógeno, era simplemente inconcebible que las técnicas de biología molecular disponibles, basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (o PCR) y la secuenciación con la tecnología de Sanger, pudieran generar datos suficientes como para acceder a datos de nivel genómico. Sin embargo, gracias a una revolución tecnológica empezada a finales de 2005, que ha desarrollado las técnicas de secuenciación masiva en paralelo (entre ellas la pirosecuenciación 454 y la plataforma de Solexa-Illumina), fue posible, en 2010, culminar dos genomas de especies humanas extinguidas, los neandertales (Green *et al.*, 2010) y los llamados denisovanos (Reich *et al.*, 2010).

## ADN mitocondrial neandertal: evidencias demográficas y poblacionales

Aunque estos genomas han revolucionado las concepciones sobre cómo eran

nuestros antepasados, los descubrimientos recientes de la paleogenética se han construido sobre más de una década de estudios previos con ADN mitocondrial (o mtADN). El ADN mitocondrial se encuentra en el interior de las mitocondrias, que son orgánulos citoplasmáticos encargados de producir energía para la célula. Su herencia es exclusivamente materna debido a la ausencia de recombinación, lo que lo convierte en un marcador genético ideal para reconstruir procesos evolutivos y establecer filogenias. Sin embargo, el ADN mitocondrial contiene poca información genética (apenas 35 genes relacionados con aspectos metabólicos) y esta no es relevante para analizar el fenotipo

de un individuo. Asimismo, no es un marcador apropiado para resolver cuestiones de flujo génico entre especies diferentes, porque su propia forma de transmisión uniparental puede enmascarar dichos fenómenos evolutivos.

Hasta el momento, se dispone de 20 secuencias de ADN mitocondrial parciales y siete genomas mitocondriales completos, pertenecientes a 27 individuos neandertales procedentes de 12 yacimientos arqueológicos (figura 1). Aunque estos datos generan optimismo sobre las técnicas paleogenéticas, hay que reconocer que al menos se han intentado con cerca del doble de restos neandertales, que han producido por tanto resultados negativos.

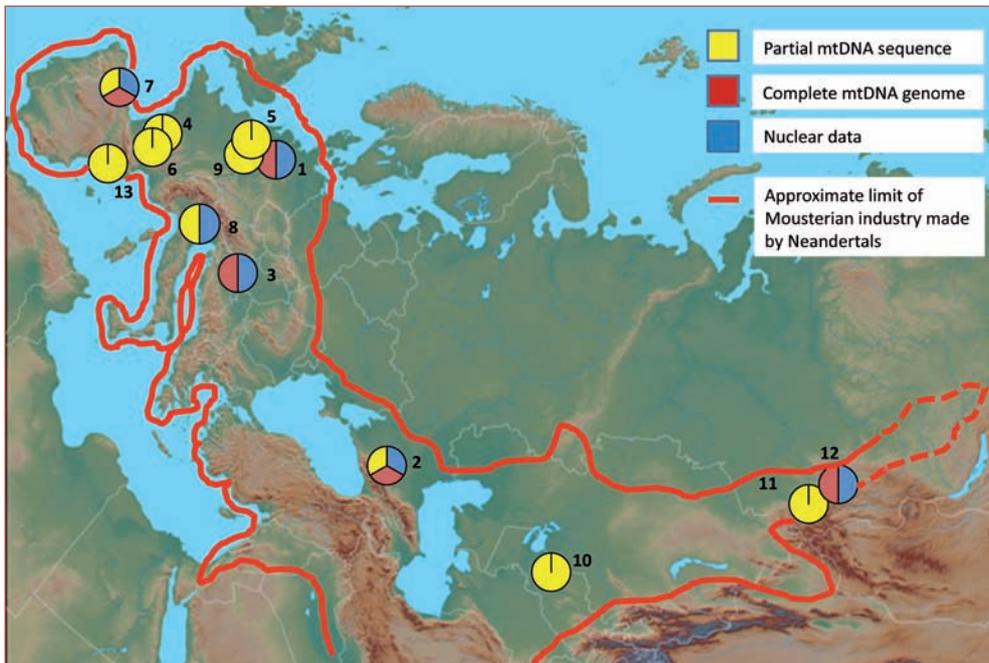


Figura 1. Yacimientos de homínido (neandertales y denisovanos) con datos genéticos. 1: Feldhofer (Alemania), 2: Mezmaiskaya (Rusia), 3: Vindija (Croacia), 4: Rochers de Villeneuve (Francia), 5: Engis (Bélgica), 6: La Chapelle-aux-Saints (Francia), 7: El Sidrón (España), 8: Monti Lessini (Italia), 9: Scladina (Bélgica), 10: Teshik-Tash (Uzbekistán), 11: Okladnikov (Rusia), 12: Denisova (Rusia), 13: Cova del Gegant (España).

Tomando en consideración esta baja eficiencia, y el hecho de que existen cerca de 400 individuos neandertales (parcialmente conservados), resulta evidente que el número total de secuencias de ADN mitocondrial neandertal siempre será limitado. A pesar de esto, los datos existentes han permitido generar algunas hipótesis sobre la genética de poblaciones neandertales.

Ya la primera secuencia, de 378 nucleótidos de longitud, y publicada en 1997, contenía suficiente información filogenética como para situarla aparte de los ADN mitocondriales de los humanos modernos (Krings *et al.*, 1997). El análisis de Feldhofer 1 situaba a los neandertales como un grupo hermano de los humanos modernos, de cuyo linaje habrían divergido hacia cerca de medio millón de años. Asimismo, se descartaba el entrecruzamiento con los humanos modernos, ya que la secuencia obtenida era claramente distinta (obviamente, esta conclusión solo afectaba al genoma mitocondrial, pero parecía razonable sospechar que podía generalizarse). Este resultado inicial se fue confirmando a medida que en los años siguientes se fueron publicando más y más secuencias de ADN mitocondrial neandertal (Serre *et al.*, 2004; Lalueza-Fox *et al.*, 2005, 2006; Krause *et al.*, 2007). Finalmente, la publicación, entre 2008 y 2009, de siete genomas mitocondriales completos (Green *et al.*, 2008; Briggs *et al.*, 2009), permitió calcular con bastante exactitud algunos parámetros de genética de poblaciones, entre ellos la estimación del denominado tamaño efectivo de la población neandertal (cerca de 3.500 mujeres) y la estimación del antepasado común de los siete genomas mitocondriales analizados (situado en cerca de

110.000 años antes del presente). El análisis de la distribución geográfica de las secuencias aportó datos sobre su estructura filogeográfica. Por ejemplo, hay dos muestras en el yacimiento de Vindija (Croacia), Vi33.16 y Vi33.26, que corresponden a dos individuos femeninos datados en 38.310 y 44.450 años antes del presente, respectivamente, que tienen el mismo genoma mitocondrial. Esto sugiere la presencia de individuos relacionados maternalmente en el mismo sitio a lo largo del tiempo (Green *et al.*, 2010).

Por otra parte, no parece haber una gran estructuración geográfica. Todas las secuencias analizadas son muy parecidas entre sí, lo que indica que derivan de una misma población de bajo efectivo demográfico (Lalueza-Fox *et al.*, 2006; Briggs *et al.*, 2009). Hay algunas indicaciones de que quizás las secuencias de muestras más antiguas, como Scladina en Bélgica (datada en hace unos 100.000 años) y Mezmaiskaya 1 en el Cáucaso ruso (datada en hace 60.000-70.000 años) son más diferentes entre sí y respecto al resto de muestras, como El Sidrón, Vindija o Feldhofer (Krause *et al.*, 2007; Briggs *et al.*, 2009). Podría ser que originalmente hubiera más diversidad genética y que, al tener acceso básicamente a los últimos neandertales (cercanos a los 40-50.000 años), contemplemos una uniformidad genética que no siempre ha existido. Si esto es así, significaría que los neandertales fueron experimentando extinciones de poblaciones (o cuellos de botella demográficos) a lo largo de su periplo evolutivo en Eurasia, probablemente asociadas a máximos glaciales (Lalueza-Fox *et al.*, 2005).

Otro estudio reciente sobre diversidad mitocondrial se centró en el análisis de los 12 individuos neandertales del yacimiento asturiano de El Sidrón (Lalueza-Fox *et al.*, 2011), datado en hace unos 49.000 años. La acumulación de estos restos, canibalizados en la superficie por otros neandertales, parece corresponder a una acumulación sincrónica debido a un colapso de materiales hacia el interior de un profundo sistema kárstico. Esto nos ofrece la posibilidad de conocer cómo era un grupo social neandertal, y entender no solo su estructura de edad y sexo, sino también las posibles relaciones de parentesco entre los individuos. En el grupo hay actualmente seis adultos (tres mujeres y tres hombres), tres adolescentes, dos juveniles y un infantil. Los resultados del análisis paleogenético revelaron que las bandas neandertales eran pequeños grupos familiares y que al parecer practicaban una estrategia reproductiva conocida como patrilocalidad. En esta, las mujeres son más móviles que los hombres, que suelen permanecer en el núcleo familiar donde han nacido, lo que conlleva también lazos de poder más estables entre ellos. Esta estrategia se refleja en el hecho de que cada una de las tres mujeres posee un linaje mitocondrial distinto, mientras que los tres hombres tienen el mismo y, por tanto, están relacionados maternalmente (aunque no sabemos el parentesco exacto). Por otra parte, la presencia de una única mujer con un linaje mitocondrial compartido con un niño de 2-3 años y con otro de 5-6 (y, por tanto, probablemente sus hijos), permitió estimar en cerca de 3 años la separación entre nacimientos (Lalueza-Fox *et al.*, 2011). Estos datos demográficos (intervalo entre nacimientos y patrilocalidad) tam-

bién se han observado en grupos humanos de cazadores-recolectores actuales. Más allá de las similitudes, confirmaría que la estrategia de los cazadores-recolectores no permite densidades poblacionales altas. Conocer estos parámetros es de crucial importancia en un momento en que algunos de los aspectos más relevantes que afectan a los neandertales, como su proceso de extinción o el posible contacto genético con nuestros antepasados, requieren de modelos demográficos.

## El genoma neandertal

El genoma neandertal fue generado hasta una cobertura de 1,3x (la cobertura hace referencia al número promedio de secuencias de ADN que caracterizan a cada uno de los nucleótidos del total de 3.200 millones que conforman un genoma humano). El borrador comprende cerca del 65% del genoma completo (debido a la fragmentación del ADN antiguo y a la existencia de muchas regiones repetitivas en el genoma, nunca será posible alcanzar el 100% de este). Se analizaron principalmente tres muestras procedentes del yacimiento croata de Vindija, sigladas como Vi33.16, Vi33.25 y Vi33.26, y que corresponden a tres mujeres. Cada una de estas muestras generó cerca del 50% del genoma y, por tanto, cada una de ellas contribuyó de forma equivalente al borrador final. También se generaron secuencias adicionales de otros tres yacimientos, El Sidrón (0,1% del genoma), Feldhofer (0,1%) y Mezmaiskaya (2%) (Green *et al.*, 2010).

Los principales retos que tuvieron que superarse fueron dos: la ineficiencia de la recuperación y la contaminación. La efi-

ciencia se refiere al número total de secuencias endógenas que se generan en cada reacción de secuenciación masiva. En el caso de la mayoría de muestras antiguas, los valores de eficiencia suelen estar por debajo del 1%. Las muestras de Vindija empleadas dieron valores cercanos al 4%, lo que representa una mejora respecto a otras muestras, si bien sigue estando muy lejos del 100% que esperaríamos encontrar en una muestra moderna. El otro desafío es la presencia de contaminantes humanos modernos que pueden resultar indistinguibles de la mayoría de secuencias neandertales. Obviamente, previo a la secuenciación, se seleccionaron durante años muestras que, por diversos motivos, presentaran valores muy bajos de contaminación, discernibles especialmente en el ADN mitocondrial. En el caso de El Sidrón, esto se ha conseguido mediante la implementación en el yacimiento de un protocolo de anticontaminación, que consiste en el uso de material estéril para la extracción de muestras destinadas a análisis genéticos (Fortea *et al.*, 2008). En el caso de Vindija, por ejemplo, fue fruto de la casualidad; las muestras analizadas se confundieron con osos de las cavernas y fueron arrinconadas en el cajón donde nadie las estudió durante más de 25 años.

## Un listado de genes con diferencias entre neandertales y humanos modernos

Una de las formas más evidentes de analizar el genoma neandertal es la de buscar aquellos cambios de aminoácido en genes codificadores de proteínas que estuvieran fijados en los humanos actuales y en los cuales los neandertales presentarían la versión ancestral (es decir, compartida con el chimpancé). Este tipo de análisis produjo un listado de cerca de 80 genes en los cuales podemos presuponer que existían cambios funcionales entre ambos linajes de homínidos (Green *et al.*, 2010). El enfoque de dicho análisis no es, sin embargo, caracterizar a los neandertales, sino a nosotros mismos. La explicación reside en la baja cobertura genómica del borrador. En su estado actual, es más fácil buscar aquellas posiciones ancestrales en neandertales y diferentes en humanos modernos que aquellas ancestrales en humanos modernos y diferentes en neandertales (figura 2). Estas últimas, que sin duda nos informarían de los aspectos evolutivos propios de los neandertales, no pueden ser fácilmente discriminadas de posibles errores generados por daños químicos en el ADN, especialmente con una cobertura genómica tan baja (figura 3).

Human	TCTCTGATGGTTCTGCTCATCTTTATGGGTTTCGCCTGTCCCTGTGTCCCACATGGA
Vindija33.25	.....C.....
Chimpanzee	.....C.....

Figura 2. La única secuencia de ADN disponible (perteneciente a Vi33.25) en la posición 735 of del gen RPTN (chr1 posición 150393996), que muestra una variante ancestral C en vez de la T fijada en los humanos modernos. Incluso con los problemas asociados a la baja cobertura genómica, podemos estar razonablemente seguros de secuencias que muestran un estado ancestral, porque la alternativa sería imaginar una contaminación de la muestra con ADN de chimpancé. Por este motivo, el borrador genómico es más útil para descubrir los cambios específicos de los humanos modernos que los de los neandertales.

Las primeras, en cambio, únicamente podrían confundirse con una más que improbable contaminación con ADN de chimpancé. Esto explica que, en el estado actual de nuestros conocimientos, el genoma neandertal sirva esencialmente para conocernos a nosotros mismos.

En el listado de genes obtenido, encontramos un poco de todo. Hay genes relacionados con el metabolismo, con la fisiología, con la inmunidad, con la percepción olfativa, con la movilidad del esperma, etc. También hay algunos genes cognitivos, que sabemos que están implicados en procesos cerebrales, porque cuando fallan por la presencia de alguna mutación deletérea

producen fenotipos como el autismo o la esquizofrenia. Sin embargo, es mucho más fácil comprender el fallo de la función de un gen que su función normal. Seguimos sin comprender el papel de la mayoría de los genes y no digamos comprender cómo funcionaban estos mismos genes en un neandertal. Para poder entender el alcance real de las diferencias entre humanos y neandertales, será necesario recurrir a estudios funcionales; es decir, construir modelos in vitro o animales modelo a partir de ratones transgénicos. Dichos estudios son más complejos y costosos que los análisis genómicos, y sin duda, tardarán muchos años en completarse.

Human (consensus)	CCTCATCTACGCCTTCCACAGCCAGGAGCTCCGCGAGCAGCTCAAGGAGGTGCTGACATGCTCCT
Vindija33.26	.....G
Monti Lessini	.....G.....
Sidron1252	.....G....

Figura 3. La única secuencia de ADN disponible en el genoma neandertal (de Vi33.26) en el gen MC1R entre las posiciones 885 y 954, ilustra las limitaciones de investigar las variantes específicas de neandertal y también la heterocigotidad, con una cobertura genómica baja. La secuencia de Vindija no posee la sustitución específica de neandertal en la posición 919 (una G) descrita en El Sidrón y Monti Lessini, en Lalueza-Fox et al. (2007). En cambio, podría presentar una nueva sustitución, previamente no descrita en humanos, en la posición 942 (un cambio de A a G, que no está asociado a daños post mortem en el ADN). Sin embargo, únicamente con el genotipado de más individuos o la obtención de más secuencias (incrementando la cobertura actual), se podría confirmar esta posible nueva variante en el gen MC1R.

Por otra parte, es obvio que las conspicuas diferencias fenotípicas entre nosotros y los neandertales no pueden circunscribirse únicamente a diferencias en 80 genes. Tiene que haber factores adicionales, relacionados con la regulación genómica, que ayuden a explicar estas diferencias. Algo parecido ocurre con las diferencias entre nosotros y los chimpancés. Se especula que en realidad, la mayor parte de las diferencias deben de residir en la forma diferencial en que se

expresan genomas muy parecidos durante el desarrollo embrionario y el crecimiento posterior. Desafortunadamente, para poder analizar estos aspectos de lo que podríamos denominar arquitectura genómica, necesitamos de nuevo un borrador genómico con una cobertura mayor de la actual (idealmente, entre 10x y 20x). Aun así, se han podido reconocer algunos marcadores interesantes, como un microRNA (etiquetado como 1304) que en neandertales presenta la versión

ancestral, y distinta al mismo microRNA en humanos modernos. Los microRNA son secuencias muy cortas de ARN que se unen a secuencias complementarias en el extremo 3' del ARN mensajero de algunos genes, provocando normalmente su degradación o la imposibilidad de transcribirlos a proteína. Este tipo de regulación postranscripcional requiere una altísima especificidad, de forma que un cambio de un único nucleótido (lo que se encuentra entre neandertales y humanos modernos) implica que el microRNA regule unos u otros genes en ambos linajes. Este y otros ejemplos nos ayudarán a comprender niveles de complejidad genómica que están por encima de la simple cadena de ADN.

## El flujo genético

El tema más controvertido del genoma neandertal ha sido, sin lugar a dudas, la evidencia de que, contrariamente a lo sugerido por el ADN mitocondrial, los neandertales y algunos humanos modernos (los no africanos) se cruzaron (Green *et al.*, 2010). La señal genómica de este acontecimiento evolutivo indica que tuvo lugar hace entre 80.000 y 50.000 años, probablemente en el Oriente Medio u Oriente Próximo, donde se sabía desde hace años por evidencias arqueológicas que prácticamente habían coexistido. El análisis detallado del genoma neandertal puso de manifiesto que cerca del 2,5% del genoma de los humanos modernos no africanos (es decir, euroasiáticos y melanesios) provenía de los neandertales. El genoma completo de varios europeos, de un asiático y de un melanesio mostraba que compartían las mismas regiones genómicas con los neandertales. Es decir, que el flujo genético (intercambio de genes entre linajes distintos)

tuvo que tener lugar cuando estas poblaciones humanas todavía no se habían diferenciado ni se habían expandido por los distintos continentes. Hay que decir que en esta pequeña fracción genómica de origen neandertal no hay genes concretos y que todavía podemos distinguirla, a pesar del tiempo transcurrido, porque se encuentra en regiones de baja recombinación (la recombinación es el intercambio de fragmentos cromosómicos entre cromosomas homólogos que se produce durante cada división meiótica). Es probable que existan otras regiones procedentes de este flujo genético, pero que su detección sea problemática por haber sido fragmentadas progresivamente por efecto acumulado de la recombinación y por la baja cobertura genómica actual. De hecho, recientemente se ha descrito una región adicional en el cromosoma X que también parece proceder de los neandertales (Yotova *et al.*, 2011).

Un aspecto controvertido del flujo genético es la constatación de que los europeos actuales analizados no parecen tener un componente neandertal mayor que, por ejemplo, los nativos de Papúa-Nueva Guinea. Es decir, que cuando los humanos modernos vuelven a encontrarse con los neandertales en su entrada en Europa hace cerca de 40.000 años, no vuelven a producirse entrecruzamientos que podamos detectar a nivel genómico. Esto es sin duda una constatación interesante y quizás controvertida que conviene explorar en el futuro. Existen diversas posibilidades. Por ejemplo, que cuando volvieron a encontrarse quizás sí que se cruzaron de nuevo, pero las diferencias demográficas eran tan grandes para entonces (siendo los neandertales claramente minoritarios) que dichos cru-

zamientos no dejaron ninguna huella discernible en nuestros antepasados europeos. O quizás eran tan diferentes en aspectos simbólicos o incluso biológicos que dichos entrecruzamientos eran más difíciles para entonces. Quizás se generaron híbridos, pero estos desaparecieron en la transición entre el Auriñaciense y el Gravetiense. Tendemos a pensar en los europeos actuales como descendientes de los pobladores auriñacienses, pero la verdad es que disponemos de muy pocos restos fósiles de dicho periodo, y es posible incluso que estas poblaciones fueran sustituidas posteriormente por nuevas migraciones. En todo caso, nuevos genomas, tanto actuales como antiguos, pueden arrojar nuevas informaciones sobre este aspecto evolutivo de nuestra relación con los últimos neandertales.

## Los denisovanos

El 2010, que sin duda fue un año memorable para la paleogenómica, cerró con la publicación de un nuevo genoma de homínido, en este caso el de los llamados "denisovanos" (el nombre proviene del yacimiento siberiano de Denisova, en Rusia) (Reich *et al.*, 2010). En el mes de mayo se había publicado el genoma mitocondrial de la falange humana de Denisova, que originalmente se creía podía pertenecer a un humano moderno datado hace entre 30.000 y 50.000 años. El genoma mitocondrial resultó ser mucho más divergente que los mitocondriales neandertales y humanos modernos, y pudo estimarse que su linaje podía tener un millón de años de antigüedad (Krause *et al.*, 2010). Algunos sugirieron que podría tratarse de una nueva especie (imposible de conocer taxonómicamente a

partir de la morfología de una falange) que habría vivido en Asia y que quizás derivaría de *Homo erectus*. Obviamente, la diversidad genética no puede tomarse como una indicación directa de estatus taxonómico, pero desde luego los resultados indicaron que podía ser muy interesante acceder al genoma de Denisova.

Esto es lo que hicieron en el Instituto Max Planck en los meses siguientes, durante los cuales, y gracias a una inesperada eficiencia de recuperación del 70%, se pudo completar el genoma a una cobertura de 1,9x, mayor incluso que la del neandertal. En estos momentos no existe ninguna explicación que permita entender por qué un resto tan frágil como una falange (que, además, pertenece a un infantil) puede tener una eficiencia que supera incluso a los restos de mamut conservados en el hielo ártico. Otro resto procedente del mismo yacimiento, un diente molar, resultó poseer un genoma mitocondrial casi idéntico al de la falange, pero mostró una eficiencia de tan solo el 0,17%. Posteriormente, se hallaron restos neandertales en el mismo yacimiento, y un segundo molar que ha resultado tener un genoma mitocondrial denisovano pero bastante divergente de los dos anteriores. Comparado con los neandertales, los denisovanos parecen tener una mayor diversidad genética, lo cual podría indicar un mayor tamaño poblacional (y, por tanto, una mayor área de dispersión geográfica).

El análisis del genoma de Denisova produjo resultados inesperados (Reich *et al.*, 2010). Por una parte, parecía corresponder a un grupo hermano de los neandertales, pero claramente diferenciado de ellos y de los humanos modernos. No sabemos qué es Denisova, pero si consideramos a los neandertales y a nosotros linajes distintos (y

quizás especies distintas), entonces Denisova también tiene que serlo. El cráneo de Dali, en China, datado en hace unos 300.000 años y cuya atribución taxonómica nunca ha estado clara, podría corresponder quizás a uno de estos denisovanos. Por otra parte, cuando se comparó Denisova con otros genomas, se detectó que los actuales melanesios, aparte del componente neandertal, tenían cerca de un 4,5% de genes denisovanos (Reich *et al.*, 2010). Como los antepasados de los melanesios nunca pasaron por Siberia, es lógico pensar que los denisovanos, fueran quienes fueran, se encontraban hace unas decenas de miles de años por todo el este y sudeste de Asia. De hecho, su rastro genómico ha sido detectado de forma minoritaria en diversas poblaciones de Australasia, incluyendo los aborígenes australianos, pero no de Asia continental (Reich *et al.*, 2011).

El panorama que está emergiendo con la obtención de genomas de homínidos extinguidos es el de un “fuera de África” reciente, pero más complejo de lo que se había planteado durante cerca de 25 años. Aparentemente, las migraciones que salieron de África se encontraron con formas arcaicas en el Oriente Próximo y posteriormente en el sudeste asiático y se cruzaron con ellas, incorporando parte de su bagaje genético en el nuestro. Es posible que las poblaciones africanas hicieran lo propio con grupos africanos arcaicos. Curiosamente, este nuevo paradigma incorpora aspectos parciales de las anteriores –y contrapuestas– hipótesis sobre el origen de nuestra especie, la llamada “fuera de África” y la multirregionalista, aunque no se enmarca en ninguna de ellas. Su mayor parecido sería con algunos modelos de asimilación, pero con

una frecuencia de flujo génico mucho menor del postulado por dichos modelos. En esencia, el mejor modelo que definiría el panorama actual sería el de un “fuera de África” reciente con hibridación limitada con grupos arcaicos. El análisis futuro de más restos, pertenecientes a homínidos más antiguos y a otros restos asiáticos, con independencia de su atribución taxonómica previa, puede comportar todavía más sorpresas evolutivas.

### Bibliografía recomendada

Briggs AW, Good JM, Green RE, et al. Targeted retrieval and analysis of five Neandertal mtDNA genomes. *Science* 2009; 325:318-21.

Fortea J, Rasilla M, García-Taberner A, et al. Excavation protocol of bone remains for Neandertal DNA analysis in El Sidrón cave (Asturias, Spain). *Journal of Human Evolution* 2008; 55(2):353-7.

Green RE, Malaspina AS, Krause J, et al. A complete Neandertal mitochondrial genome sequence determined by high-throughput sequencing. *Cell* 2008; 134:416-26.

Green RE, Krause J, Briggs AW, et al. A draft sequence of the Neandertal genome. *Science* 2010; 328:710-22.

Krause J, Serre D, Viola B, et al. Neandertals in Central Asia and Siberia. *Nature* 2007; 444:902-4.

Krause J, Fu Q, Good JM, et al. The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia. *Nature* 2010; 464(7.290):894-7.

Krings M, Stone A, Schmitz RW, et al. Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell* 1997; 90:19-30.

Lalueza Fox C, Sampietro ML, Caramelli D, et al. Neandertal evolutionary genetics: mitochondrial DNA data from the Iberian Peninsula. *Molecular Biology and Evolution* 2005; 22(4):1.077-81.

Lalueza Fox C, Krause J, Caramelli D, et al. Mitochondrial DNA of an Iberian Neandertal

suggests a population affinity with other European Neandertals. *Current Biology* 2006; 16(16):R629-30.

Lalueza Fox C, Rosas A, Estalrich A, et al. Genetic evidence for patrilocal mating behaviour among Neandertal groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 2011; 108(1):250-3.

Reich D, Green RE, Kircher M, et al. Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia. *Nature* 2010; 468(7.327):1.053-60.

Reich D, Patterson N, Kircher M, et al. Denisova Admixture and the First Modern Human Dispersals into Southeast Asia and Oceania. *American Journal of Human Genetics* 2011; 89(4):516-28.

Serre D, Langaney A, Chech M, et al. No evidence of Neandertal mtDNA contribution to early modern humans. *PLOS Biology* 2004; 2(3):1-5.

Yotova V, Lefebvre JF, Moreau C, et al. An X-linked haplotype of Neandertal origin is present among all non-African populations. *Molecular Biology and Evolution* 2011; 28(7):1.957-62.

# La dieta de los neandertales: dime lo que comes y te diré cuán moderno eres

Dra. Isabel Cáceres Cuello de Oro

## Resumen

La dieta es un factor que ha influido significativamente en la evolución humana. El modo de obtención y explotación de los recursos aporta información sobre el comportamiento humano y el grado de complejidad cognitiva. Tradicionalmente se consideraba que la dieta de los neandertales estaba basada casi exclusivamente en los recursos de origen animal, incluyendo raramente otro tipo de alimentos en su dieta. En contraposición, el comportamiento de los humanos anatómicamente modernos se consideraba mucho más complejo y avanzado, ya que las evidencias arqueológicas mostraban que podían explotar toda la diversidad calórica que les ofrecía el medio natural. En consecuencia, se presuponía que los neandertales estaban cognitivamente menos desarrollados que *H. sapiens*. En la actualidad sabemos que los neandertales poseían una capacidad cognitiva equiparable a la de los humanos modernos y que llegaron a explotar todos los recursos nutritivos que les ofrecía el medio, consumiendo un amplio abanico de alimentos, tanto animales como vegetales.

## Introducción

Los neandertales siguen siendo unos de los principales protagonistas de la Prehistoria y uno de los grupos humanos del pasado que más emociones despiertan entre todos

los públicos. Probablemente, ello se deba a los interrogantes que existen en lo referente a su origen, su modo de vida, organización y, sobre todo, a su extinción. Siempre han sido vistos y estudiados desde el punto de vista de nuestra propia especie, y la observación de su legado ha evidenciado sorprendentes paralelismos en sus comportamientos. Esas semejanzas supusieron inicialmente un rechazo a la existencia de cualquier tipo de proximidad con el *Homo sapiens*, ya fuese física o cognitiva. Por ello, desde el descubrimiento de los primeros restos, fueron retratados como salvajes sin sentimientos, con un comportamiento parecido al de los animales, negándoseles cualquier rastro de humanidad. Más de un centenar de años después, las causas de su extinción siguen siendo tema de debate, pero la aceptación de sus capacidades cognitivas y su grado de humanización ha permitido que pasen de ser vistos como unos salvajes a ser considerados nuestros hermanos.

Uno de los aspectos que muestra claramente este cambio de visión es la dieta. El tipo de alimentación y el modo de obtención de nutrientes de los grupos pretéritos pueden ser considerados un buen reflejo de sus capacidades cognitivas. Así, desde el punto de vista comparativo, se consideró que la dieta de los neandertales era pobre y basada casi exclusivamente en la proteína animal, siendo este un factor que pudo influir significativamente en su extinción. En

contraposición, el *Homo sapiens* tenía una dieta más rica y variada, reflejo de su superioridad comportamental y de su éxito evolutivo, que radicó en su mayor capacidad adaptativa al medio y a los recursos alimentarios que este le ofrecía. A continuación, mostraremos, a través de los datos arqueológicos disponibles, qué comían los neandertales y qué información podemos extraer, a partir de la dieta, sobre su paleoconomía, así como sobre sus capacidades cognitivas y sus comportamientos.

### ¿Cómo sabemos lo que comían?

Para conocer la dieta de los grupos prehistóricos disponemos de diferentes fuentes. Por un lado, los restos recuperados en los yacimientos arqueológicos (huesos, dientes, astas, restos vegetales). Por otro lado, gracias a los avances científicos y tecnológicos, la información que aportan los propios restos humanos a partir del análisis de los isótopos estables presentes en el colágeno, de las huellas de desgaste dental y de la presencia en los cálculos dentales de fitolitos y almidones contenidos en las plantas consumidas.

Debido a problemas de conservación, los vestigios vegetales son poco comunes en los yacimientos arqueológicos, mientras que los restos animales son mucho más abundantes. Los huesos y dientes representan, por tanto, los principales residuos alimentarios de las ocupaciones que desarrollaron los grupos humanos. A partir del estudio de las marcas de corte producidas para extraer la piel y la carne, de las fracturas para consumir la médula y de las evidencias de cremación relacionadas con la preparación de los alimentos, podemos conocer las estrategias de subsistencia. Así,

podemos saber qué animales fueron consumidos y si fueron cazados o carroñeados, si fueron transportados íntegros a los refugios o, por el contrario, fueron procesados previamente en el lugar de obtención. También podemos saber qué técnicas utilizaban para procesar y cocinar los alimentos y cómo conservaban los excedentes de comida. Finalmente, el modo en el que abandonaron esos residuos nos permite conocer el modo en el que organizaban sus zonas de hábitat.

### ¿Qué comían los neandertales?

La base de la alimentación de los neandertales fue la carne, así lo atestigua el estudio de los isótopos estables de carbono y nitrógeno presentes en el colágeno de huesos neandertales (Richards *et al.*, 2001; Bocherens, 2011). Los isótopos, además, permiten puntualizar a los investigadores que probablemente eran los grandes herbívoros las presas preferidas por estos humanos. Las evidencias indican que esta dieta cárnica se complementaba con alimentos de origen vegetal y, además, con animales de distinto tamaño y procedencia, según fuese su disponibilidad en el medio. Así, los neandertales explotaron los recursos alimentarios existentes en su ecosistema, en función de la región geográfica en la que se encontrasen. Es importante tener en cuenta que en el norte de Europa, las condiciones climáticas frías y la existencia de grandes áreas cubiertas por el hielo provocaron una menor disponibilidad de recursos vegetales. Por ello, los neandertales de estas zonas tenían una dieta basada, principalmente, en las proteínas animales. En cambio, las condiciones climáticas del sur de Europa favorecieron la

existencia de ecosistemas diversos y, por tanto, de recursos vegetales más abundantes y faunas más variadas, lo que supondría un mayor espectro de recursos disponibles para los neandertales.

Aunque los grandes herbívoros, como mamuts, bisontes, rinocerontes, caballos y ciervos, eran las presas más habituales, estas se combinaban con otros animales existentes en el medio, como cabras y rebecos en zonas montañosas o animales marinos en lugares costeros, así como con animales de pequeño tamaño, como conejos, tortugas, aves o peces.

De hecho, en los yacimientos de Vanguard Cave y Gorham's Cave en Gibraltar se han recuperado restos de focas (figura 1) y delfines con claras evidencias de haber sido consumidos por los neandertales (Stringer *et al.*, 2008). En estos yacimientos costeros también existen pruebas del consumo de mejillones (Fernández-Jalvo y Andrews, 2000), lo que sugiere el desarrollo de prácticas de marisqueo. La introducción de estos alimentos ricos en omega-3, vitaminas, minerales y proteínas en la dieta, favorece el desarrollo cerebral (Erlanson, 2001). En otros yacimientos de la Península Ibérica, como la Cueva de Bolomor (Valencia), se ha evidenciado el consumo de conejos y de tortugas (Blasco, 2008). Tortugas también fueron consumidas en la Cueva de Torrejones, en Guadalajara (Arribas *et al.*, 1997). En lo que respecta al consumo de peces, las evidencias son más difíciles de encontrar, ya que habitualmente estos alimentos no precisan de manipulación con herramientas para su consumo. Aun así, existen evidencias de aporte de peces de río por grupos neandertales en Cueva Millán, en Burgos (Rosello, 1992).

Excepcionalmente, la dieta neandertal también incluyó a otros humanos, como lo atestiguan las evidencias de canibalismo halladas en el yacimiento asturiano de El Sidrón (Rosas *et al.*, 2006) o en el yacimiento francés de Moula-Guercy (Defleur *et al.*, 1999).

Los neandertales tenían, por tanto, la capacidad y habilidad necesarias para explotar los recursos animales disponibles. Eran capaces de organizarse como grupo para cazar animales grandes y peligrosos (mamuts, rinocerontes, bisontes) y también poseían la destreza para cazar animales más pequeños.

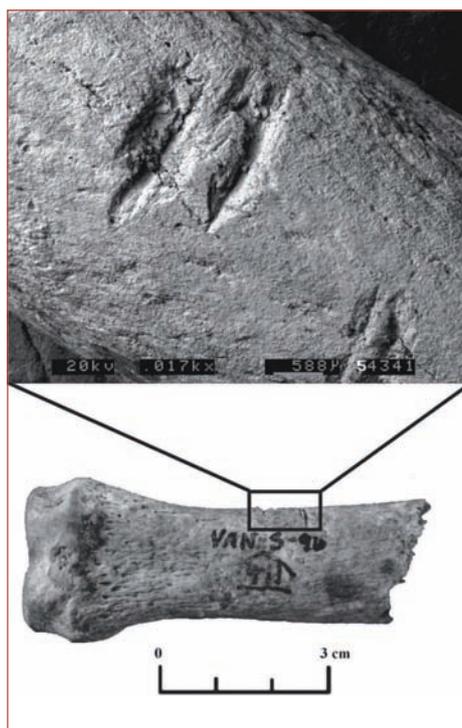


Figura 1. VAN96 (411). Falange de foca (*Monachus monachus*) recuperada en Vanguard Cave (Gibraltar). Las marcas de corte realizadas con una herramienta de piedra indican que este animal fue consumido por los neandertales (Stringer *et al.*, 2008).

La obtención y manipulación de animales pequeños precisó de técnicas específicas, como el uso de trampas o la captura en madrigueras, pudiendo cazar pequeños animales con las propias manos. El procesamiento de estas presas no necesitaría, en la mayoría de las ocasiones, el uso de herramientas líticas y es posible que fuesen cocinadas directamente tras la extracción de la piel o las plumas, en el caso de conejos o aves. La inclusión de los animales pequeños en la dieta pudo suponer, además, la integración de los miembros más jóvenes o inexpertos en la búsqueda de recursos, ya que generalmente estos son presas de bajo riesgo.

En cambio, la obtención de animales grandes hacía necesaria la colaboración del grupo, probablemente, empezando por una buena planificación de las partidas de caza. El procesamiento de los grandes animales, una vez cazados, implicaría el desarrollo de diferentes actividades de carnicería para su consumo final. Así, estos animales debían ser transportados a las cuevas o abrigos para extraer la piel, desarticularlos, desmembrarlos y descarnarlos y, finalmente, fracturar sus huesos para consumir la mé-

dula, grasa y sangre, altamente nutritivas. Estas actividades debían estar bien organizadas y distribuidas para conseguir el máximo beneficio de cada presa. Del mismo modo, tuvo que ser necesaria una buena organización del espacio ocupado en las cuevas y abrigos, con la consiguiente creación de áreas domésticas destinadas a labores concretas. En este sentido, el yacimiento del Abric Romaní (Capellades, Barcelona) ha proporcionado datos de gran valor para entender la compleja organización espacial de los neandertales (Vaquero *et al.*, 2001; Vallverdú *et al.*, 2010).

El Abric Romaní (figura 2) es un abrigo travertínico con una potencia estratigráfica de más de 18 metros. Hasta la actualidad se han distinguido 25 niveles arqueológicos, con una edad entre los 40.000 y los 70.000 años, que han sido excavados en extensión (300 m<sup>2</sup> aproximadamente). Las características sedimentarias y tafonómicas han permitido una conservación excepcional en este yacimiento. Así, se han recuperado, además de abundantes restos líticos y faunísticos, estructuras, hogares y numerosos vestigios vegetales, entre ellos destacan hojas, ramas y hasta



Figura 2. A) Vista general de la Cinglera del Capelló en la que se localiza el yacimiento del Abric Romaní (Capellades, Barcelona). B) Vista de la excavación en extensión del nivel N con más de 300 m<sup>2</sup> de superficie.

árboles enteros. Algunos de los objetos de madera presentaban claras evidencias de manipulación antrópica, es decir, de la transformación intencionada de dichos fragmentos de madera en herramientas útiles.

En el Abric Romaní existen áreas dedicadas a la talla lítica, zonas de procesamiento de animales, zonas de cocción y consumo de alimentos, zonas basurero, e incluso áreas dormitorio (Vallverdú *et al.*, 2010). Todo el espacio está jerarquizado por los hogares (figura 3), que pueden llegar a contarse por decenas en algunos niveles arqueológicos. El fuego tuvo funciones diferentes según su localización en el abrigo. Así, algunos hogares se utilizaron exclusivamente para alumbrar o dar calor, ya que no contienen ningún tipo de residuo alimenticio.

Otros, por el contrario, fueron destinados a procesar y cocinar los alimentos, y algunos fueron usados como basureros, es decir, el fuego también se utilizó como eliminador de residuos y, por tanto, acondicionador del espacio.

Cabe destacar que algunos hogares tuvieron también una función tecnológica, como en el caso de un hogar perteneciente al nivel I sobre el que se dispusieron tres ramas de pino entrelazadas y que han sido interpretadas como un trípode utilizado para cocinar, secar o ahumar carne (Castro-Curel y Carbonell, 1995). Este tipo de evidencias sugiere una capacidad cognitiva desarrollada, ya que los neandertales conocían la tecnología para conservar excedentes cárnicos que pudieran ser transportados a otros lugares o consumidos con posterioridad.



Figura 3. Detalle de la superficie del nivel N (Fechas) del Abric Romaní en la que se observa el negativo de una rama que pudo formar parte de la estructura de protección de una zona dormitorio con hogares para calentarse.

Estos grupos neandertales, bien organizados y cohesionados socialmente, con unas estrategias paleoeconómicas bien definidas (tecnología propia, dominio del fuego, grandes cazadores, etc.) no pudieron sobrevivir, sin embargo, comiendo exclusivamente productos de origen animal. Desde un punto de vista fisiológico, el consumo excesivo de carne puede ser perjudicial para la salud. La carne aporta proteínas, grasas, minerales y algunas vitaminas. Sin embargo, no aporta carbohidratos (azúcares, almidones y fibra) ni minerales o vitaminas tan importantes como la vitamina C, y que pueden obtenerse del consumo de vegetales (Hardy, 2010).

Aunque la carne era la principal fuente de alimento, se combinaba con otros alimentos de origen vegetal. Las huellas de microdesgaste dental que aparecen en los dientes de los neandertales sugieren una alimentación mucho más variada, aunque la carne tuviese un peso importante. Así, los agujeros y estrías que aparecen en los dientes se deben al consumo de alimentos más duros y abrasivos, como son raíces, bulbos y frutos (Pérez *et al.*, 2003).

Las evidencias arqueológicas directas del consumo de vegetales, como ya hemos comentado, son escasas, aunque las existentes son muy ilustrativas del papel que jugaron en la alimentación. Así, por ejemplo, en el yacimiento de Kebara (Israel) se recuperaron semillas quemadas y frutos pertenecientes a 48 plantas distintas, sobre todo leguminosas variadas, bellotas y pistachos (Lev *et al.*, 2005), y que debieron ser transportadas a la cueva por los neandertales para su consumo. En otros yacimientos, aunque en menor número, también se han recuperado semillas de frutos. Así, en los yacimientos de

Gibraltar se han recuperado piñas y piñones quemados (Barton *et al.*, 1999), y avellanas quemadas en Rabutz, un yacimiento en Alemania (Gaudzinski, 2011).

Un estudio reciente sobre fitolitos y almidones recuperados en cálculos dentales de diversos neandertales de Spy (Bélgica) y de Shanidar (Irak) sugiere que habían ingerido cebada y leguminosas, así como también dátiles (Henry *et al.*, 2011). Lo interesante de este estudio es que se ha podido constatar que esos vegetales habían sido cocinados.

Podemos concluir, por tanto, que los vegetales debieron tener una mayor importancia en la dieta de los neandertales que no se refleja en toda su magnitud en el registro arqueológico. Los neandertales, por tanto, explotaban un abanico mayor de recursos nutritivos de lo que se pensaba. Las variaciones climáticas que se suceden durante el Paleolítico Medio también dieron lugar a variaciones en los recursos nutritivos disponibles, y los neandertales se adaptaron muy bien al medio existente y a los recursos alimentarios disponibles en cada momento. Eran capaces de llevar a cabo ocupaciones intensas bien organizadas espacialmente y desarrollar estrategias de subsistencia variadas y flexibles que implicarían cohesión social y capacidad organizativa. Es decir, en conjunto, un comportamiento altamente complejo equiparable al de los humanos modernos.

## Bibliografía recomendada

Arribas A, Díez Fernández Lomana JC, Jordá Pardo JF. Primeras Ocupaciones en los Depósitos Pleistocenos de la Cueva de los Torrejones (Sistema Central Español, Tamajón, Guadalajara): Litoestratigrafía y Actividad Biológica. Cuaternario y Geomorfología 1997; 11:55-66.

- Barton RNE, Currant AP, Fernández-Jalvo Y, et al. Gibraltar Neanderthals and results of recent excavations in Gorham's, Vanguard and ibex Caves. *Antiquity* 1999; 73:13-23.
- Blasco R. Human consumption of tortoises at Level IV of Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Journal of Archaeological Science* 2008; 35:2.839-48.
- Bocherens H. Diet and Ecology of Neanderthals: Implications from C and N Isotopes. In: Conard NJ, Richter J. (eds.), *Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology. One hundred fifty years of Neanderthal study*. New York: Springer, 2011; 73-86.
- Castro Cured Z, Carbonell E. Wood pseudo-morphs from Level I at Abric Romaní, Barcelona, Spain. *Journal of Field Archaeology* 1995; 22(3):376-84.
- Defleur A, White TD, Valensi P, et al. Neanderthal Cannibalism at Moula-Guercy, Ardèche, France. *Science* 1999; 286:128-31.
- Erlandson JM. The archaeology of aquatic adaptations: Paradigms for a new millennium. *Journal of Archaeological Research* 2001; 9:287-350.
- Fernández Jalvo Y, Andrews P. The Taphonomy of Pleistocene Caves, with Particular Reference to Gibraltar. In C. Stringer; R. N. E Barton and J.C. Finlayson (eds.). *Neanderthals on the Edge. 150th Anniversary Conference of the Forbe's Quarry Discovery, Gibraltar*. Oxford: Oxbow Books, 2000; 171-82.
- Gaudzinski S, Roebroeks R. On Neanderthal Subsistence in Last Interglacial Forested Environments in Northern Europe. In: Conard NJ, Richter J. (eds.), *Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology: One Hundred Fifty Years of Neanderthal Study*. New York: Springer, 2011; 61-71.
- Hardy BL. Climatic variability and plant food distribution in Pleistocene Europe: Implications for Neanderthal diet and subsistence. *Quaternary Science Reviews* 2010; 29(5-6):662-79.
- Lev E, Kislev ME, Bar-Yosef O. Mousterian vegetal food in Kebara Cave. Mt. Carmel. *Journal of Archaeological Science* 2005; 32:475-84.
- McBrearty S, Brooks AS. The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of Human Evolution* 2000; 39(5):453-63.
- Pérez-Pérez A, Espurz V, Bermúdez de Castro JM, et al. Non-occlusal dental microwear variability in a sample of Middle and Late Pleistocene human populations from Europe and the Near East. *Journal of Human Evolution* 2003; 44:497-513.
- Richards M, Pettitt P, Stiner M, et al. Stable isotope evidence for increasing dietary breadth in the European mid-Upper Paleolithic. *PNAS* 2001; 98:6.528-32.
- Rosas A, Martínulía R, Soler V, et al. Paleobiology and comparative morphology of a late Neanderthal sample from El Sidrón, Asturias, Spain. *PNAS* 2006; 103(51):19.266-71.
- Rosello Izquierdo E. La ictiofauna musteriense de Cueva Millán (Burgos): consideraciones de índole biológica y cultural contrastadas con ictiocenosis paleolíticas cantábricas. *Estudios geológicos* 1992; 48:79-83.
- Stringer CB, Finlayson JC, Barton RNE, et al. Neanderthal exploitation of marine mammals in Gibraltar. *PNAS* 2008; 105:14.319-24.
- Vallverdú J, Vaquero M, Cáceres I, et al. Sleeping activity area within the site structure of Archaic Human groups: evidence from Abric Romaní Level N combustion activity areas. *Current Anthropology* 2010; 51(1):137-45.
- Vaquero M, Vallverdú J, Rosell J, et al. Neanderthal behavior at the Middle Palaeolithic site of Abric Romaní, Capellades, Spain. *Journal of Field Archaeology* 2001; 28(1-2):93-114.



# Juntos y/o revueltos: reflexiones en torno al final de los neandertales, la aparición de los humanos modernos y los complejos transicionales en Europa

Dr. José Manuel Mailló Fernández

## Resumen

Durante la transición entre el Paleolítico Medio y el Superior se dirimen en Europa dos aspectos realmente interesantes dentro de la disciplina prehistórica. Por un lado, la aparición, con el Auriñaciense, del Paleolítico Superior y, por otro, la llegada de los humanos modernos, nuestra especie, ligada a la extinción de los neandertales. Durante este proceso, entre 50-30.000 años B.P., surgen varios tecnocomplejos denominados transicionales. Estos, con caracteres culturales musterienses y del Paleolítico Superior, granan toda la geografía europea con una serie de industrias que, en ocasiones, tienen una amplia distribución espacial y en otros, están circunscritos a un yacimiento o a un par de ellos. El paradigma imperante, la *Human revolution*, explica estos tecnocomplejos como una respuesta, mediante copia, de los neandertales ante los problemas creados por la llegada de los nuevos inquilinos del continente. Sin embargo, otras interpretaciones también son planteadas, como la de que los neandertales crearon dichos tecnocomplejos sin influencia cultural de los humanos modernos. Proponemos, además, otra hipótesis de trabajo: que los humanos modernos, al igual que hacían en África y Próximo Oriente, ocupasen Europa realizando una

industria de tipo Paleolítico Medio y no industrias del Paleolítico Superior.

## Cuestiones de partida

Entre los diferentes tópicos de la Prehistoria, el de la evolución humana es un tema recurrente en la prensa y literatura científica. Pero si ahondamos un poco en qué temas de la evolución humana son tratados con mayor recurrencia, encontraremos, por un lado, el origen de la humanidad, y por otro, sin duda, el final de los neandertales. El interés por este último por parte del público en general no es más que el poso que se desprende de los intensos y apasionados debates que, en la profesión, genera el final de los neandertales y los primeros humanos modernos en Europa; el final del Paleolítico Medio y el inicio del Superior. En definitiva, el paso de una humanidad a otra.

Entre el 50.000 y el 30.000 B.P. se produce en Europa la transición entre el Paleolítico Medio y el Superior. Esta transición tiene dos vertientes, una cultural y otra biológica. En la primera se abandona la tecnología de lascas, generalmente bajo una concepción de tipo Levallois, discoide o Quina, de la que se extraían lascas que se configuraban en raederas, denticulados, muescas, etc., para ser sustituida

por la de hojas, generalmente a partir de núcleos prismáticos y de hojitas, desde núcleos carenados o de tipo raspador. En dichas hojas y hojitas se configura otra panoplia de útiles, como raspadores, buriles, perforadores, etc. Además, a esta tecnología más avanzada en su concepción, estandarización y optimización se le unen nuevas tecnologías, como la del hueso y el asta, así como nuevas evidencias arqueológicas, como el arte y la decoración personal.

En la segunda, los *Homo sapiens* o humanos anatómicamente modernos (HAM) reemplazan a los neandertales. Estos últimos habrían sido los responsables de las industrias del Paleolítico Medio, generalmente denominado Musteriense, sobre todo en el occidente europeo, mientras que los HAM serán los responsables de las industrias del Paleolítico Superior.

El paradigma científico imperante en la actualidad para explicar este proceso se viene denominando, desde hace varias décadas, *Human revolution*. Fue expuesto en varios trabajos por Paul Mellars y continuado por otros investigadores (Mellars, 1973, 2007; Klein, 2003; Davis, 2007). Básicamente, defiende que los neandertales generaron una industria, el Musteriense, caracterizada por la elaboración de lascas más o menos estandarizadas y de una gran monotonía tecnotipológica. Sin embargo, la llegada de los HAM a Europa supuso un cambio abismal en la concepción de la tecnología, ahora mucho más efectiva gracias a las innovaciones introducidas por nuestra especie.

Así pues, los humanos modernos habrían sustituido a los neandertales a medida que fueron ocupando Europa gracias a

una mayor capacidad cognitiva que les otorgó la destreza para generar un sistema tecnológico superior al de los neandertales. Estos, poco a poco, fueron, primero, quedando reducidos a lugares refugio (como las penínsulas del sur europeo) y, finalmente, desapareciendo. Durante este proceso, los neandertales intentaron contrarrestar la eficacia de la tecnología de los HAM creando los complejos transicionales, que son una serie de industrias generadas por el contacto o choque entre los neandertales y los humanos modernos. Los primeros intentaron emular los nuevos métodos de talla y de adorno personal que empleaban los intrusos, pero sin llegar a comprender los significados sociales que tales objetos tenían (especialmente los adornos), es decir, mediante aculturación.

## Las industrias transicionales

Así pues, entre ambos periodos surgieron una serie de industrias o tecnocomplejos por toda Europa (figura 1). Sin embargo, la frontera entre el Paleolítico Medio y Superior no ha estado nunca clara y ciertas industrias pasan de un grupo a otro dependiendo de los avances en la investigación o por necesidades explicativas. El ejemplo más claro es el que concierne al Chatelperroniense. Este, ubicado en el suroeste de Francia y cornisa cantábrica, era considerado como un tecnocomplejo del Paleolítico Superior, denominándose Chatelperroniense o Perigordense Inferior, por su filiación industrial con el Perigordense Superior o Gravetiense, porque muy pocos dudaban que el autor de tal industria era *Homo sapiens*. Sin embargo, el descubrimiento en 1979 de un enterramiento neandertal en un nivel

chatelperroniense del yacimiento de Saint Césaire, Francia (Lèveque & Vandermeersch, 1980), provoca que dicha industria ya no pueda ser considerada como Paleolítico Superior (club exclusivo de los

humanos anatómicamente modernos) y el chatelperroniense, que tecnotipológicamente no puede ser clasificado como Paleolítico Medio, entra en el grupo de las industrias transicionales.

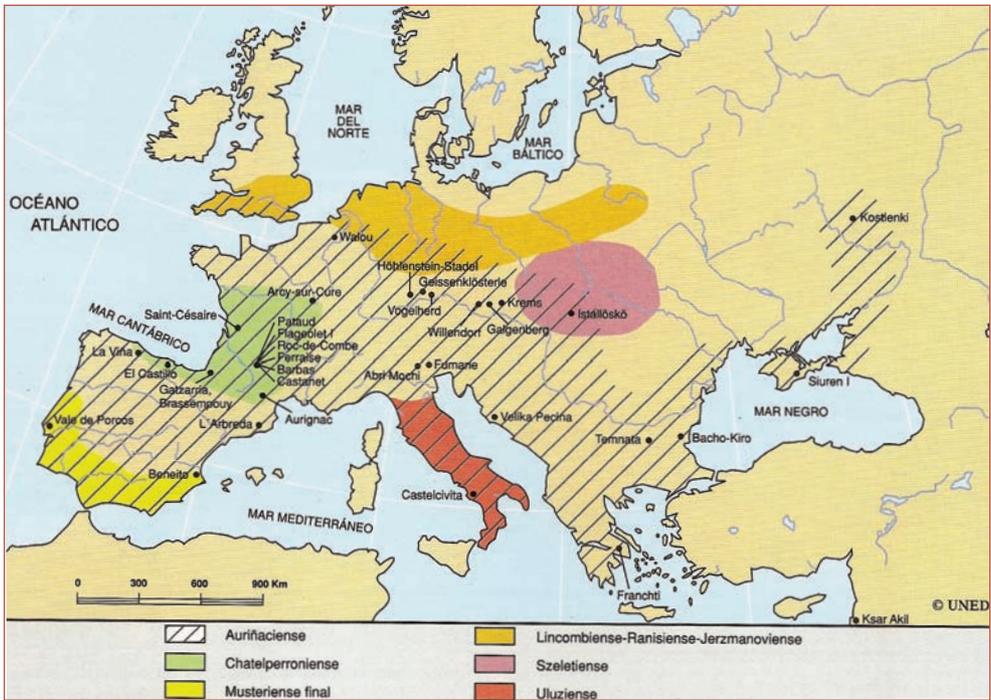


Figura 1. Mapa de dispersión de los mayores grupos transicionales entre el Paleolítico Medio y el Superior en Europa.

Con este ejemplo queda reflejado lo ambiguo de la frontera del Paleolítico Medio y el Superior; frontera, no debemos olvidar, que ha sido creada por los investigadores. Son muchos los colegas que consideran difícil establecer una frontera nítida en cualquier tipo de transición durante el Paleolítico (Straus, 2009; Bernaldo de Quirós & Maíllo, 2009) y, por ello, algunos han intentado buscar algunas características básicas para poder ser identificados (Kuhn,

2003). La primera es estar ubicada cronoestratigráficamente entre el Paleolítico Medio y el Superior, debe ser un evento relativamente corto en el tiempo. Debe presentar restos arqueológicos que sugieran tanto una filiación al Paleolítico Medio como al Superior y, por último, las raíces del Paleolítico Medio deben ser identificables.

Con estas premisas se han identificado numerosos tecnocomplejos a lo largo y ancho de Europa. Son numerosos y de

características propias, lo que hace difícil su clasificación en conjuntos mayores, excepto en algún caso, como los tecnocomplejos de dorsos (Chatelperroniense

y Uluzziense) y el de piezas foliáceas (Szeletense y LRJ). El resto, como ya hemos comentado, presentan características tecnotipológicas propias (figura 2).

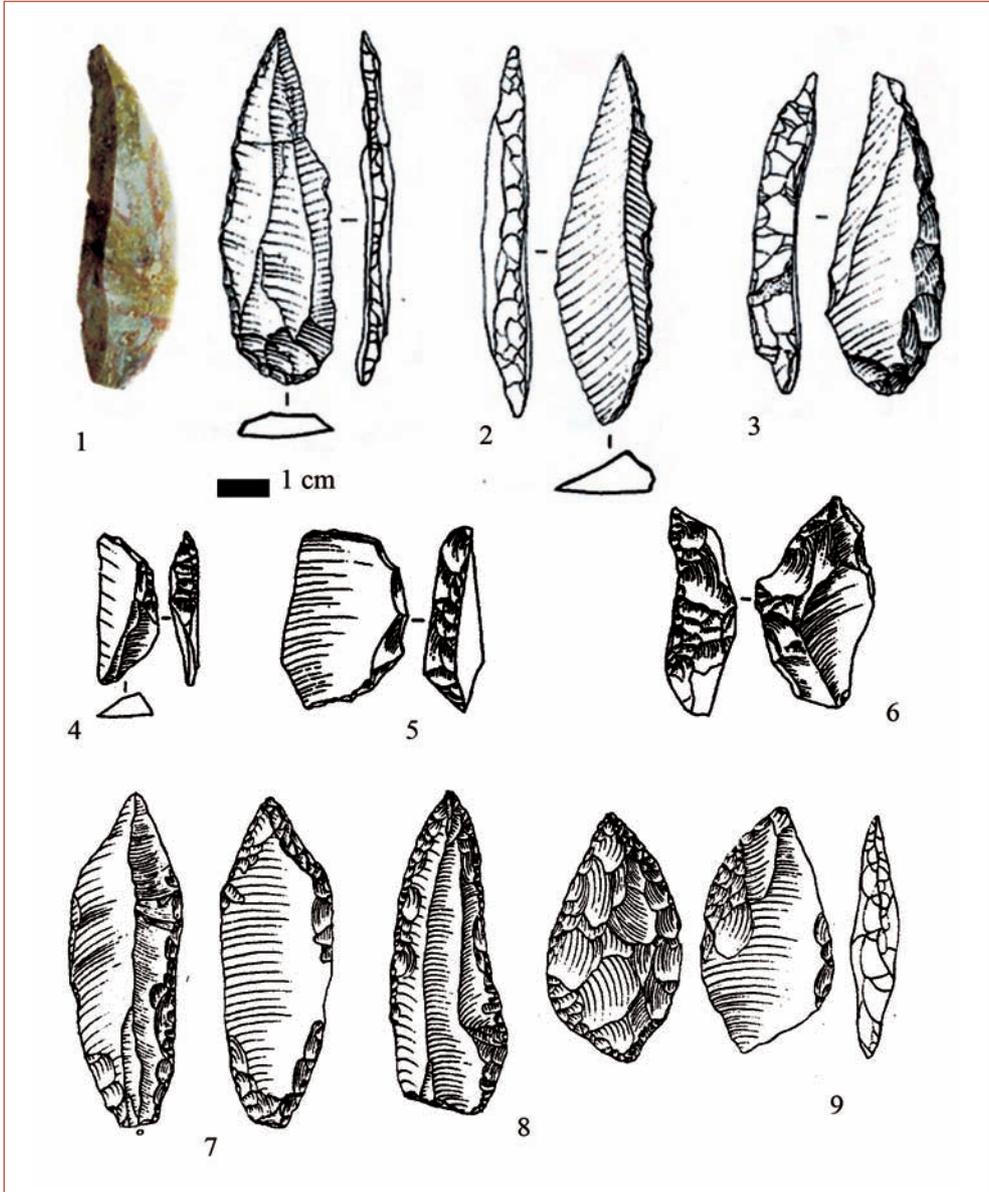


Figura 2. Piezas retocadas características de algunos tecnocomplejos transicionales: 1-3, Chatelperroniense; 4-6, Uluzziense; 7-9, Szeletense (a partir de Pelegrin y Soressi, 2007; Bietti y Negrino, 2007; Oliva, 1995).

Sin duda, el más conocido es el Chatelperroniense que se localiza en Francia y en la cornisa cantábrica. Como ya hemos comentado, se trata de una industria eminentemente laminar, a partir de núcleos prismáticos bipolares y entre cuyos utensilios destacan un tipo de piezas de dorso denominadas puntas/cuchillos de Chatelperrón, los raspadores y las raederas (Pelegrin & Soressi, 2007). También, en solo unos pocos yacimientos, los conjuntos chatelperronienses tienen industria ósea y elementos de adorno.

El Uluzziense, ubicado en la Península Itálica, también presenta, como utensilio retocado determinante, un tipo de pieza de dorso curvo denominada punta uluzziense (Peresani, 2008). También son abundantes las piezas esquirladas, las raederas, los raspadores, y los métodos de obtención son núcleos prismáticos y discoides. Yacimientos como Cavallo o Castelvicitia también aportaron una exigua colección de industria ósea.

El Szeletense se extiende por Hungría y Moravia en yacimientos como Szeleta (Hungría). Se caracteriza por piezas foliáceas bifaciales empleadas para cortar o raer; también destacan las raederas, raspadores y hojas/hojitas retocadas (Kozłowski, 2010).

El Bohunicense se localiza en Moldavia; las industrias localizadas en yacimientos como Bohunice o Stránská Skála se caracterizan por una serie de puntas similares a las Levallois, pero obtenidas a partir de núcleos prismáticos, junto a raederas y raspadores (Škrdl, 2003).

Licombie-Ranisie-Jezmanowiciense (LRJ) se puede rastrear desde el sur de Gran Bretaña hasta Polonia. Existen en pocos

yacimientos (la mayoría en Inglaterra) y estos no son demasiado abundantes en restos arqueológicos. Se caracterizan por puntas foliáceas de retoque bifacial realizadas sobre hoja o lámina. Estas son extraídas con métodos típicos del Paleolítico Medio (percusión directa con percutor duro y talones facetados). Además, en estos conjuntos incluyen utensilios de tipo "Paleolítico Superior", como los raspadores o buriles (Kozłowski, 2010).

Otra serie de tecnocomplejos se presentan en un único yacimiento o en un número muy reducido de ellos (dos o tres), este es el caso del Auriñaciense de Transición (El Castillo, Cantabria), con una industria lítica de tecnología "musteriense" con útiles retocados de tipo Paleolítico Medio y Superior, así como una importante colección de industria ósea y arte mueble (Bernaldo de Quirós & Maíllo, 2009). El Streletskayiense (Buran Kaya, Crimea) se caracteriza por microlitos muy estandarizados (trapezios con retoque abrupto) y raspadores. Además, presenta una importante colección de industria ósea, de la que destacan tubos de hueso de lobo aserrados (Monigal, 2006). El Neroniense, en la zona de Ródano (Francia), se caracteriza por una talla de hojas, hojitas y puntas de pequeño tamaño (Slimak, 2008). El Bacho-Kiriense, localizado en Temnata y Bacho Kiro (Bulgaria), presenta una industria laminar a partir de núcleos Levallois y núcleos uni/bipolares. El Korzanikiense antiguo (Bulgaria) está compuesto por una industria con un importante componente microlaminar a partir de núcleos prismáticos unipolares y, entre los soportes retocados, piezas con retoque semiabrupto (Tsanova, 2006).

## El comportamiento moderno

Desde un punto de vista epistemológico, no disponemos de una definición clara y consensuada. Pero con este término hacemos referencia a los cambios conductuales que sufren los grupos humanos hacia comportamientos más complejos y dinámicos que en etapas anteriores. El paradigma *Human revolution* defiende que dicho comportamiento moderno es exclusivo de HAM y se produce de manera inequívoca durante la entrada de nuestra especie a Europa, con el Auriñaciense, industria del Paleolítico Superior, y se niega para los neandertales. Pero ¿cuáles son las características del comportamiento moderno? Es un apartado en el que tampoco hay un consenso completo, pero grosso modo se puede definir mediante la aparición de una serie de aspectos tecnoculturales como: industria lítica más estandarizada de hojas y hojitas, aparición de la industria ósea, puntas, arte mueble, estructuración del hábitat, prácticas cinegéticas más óptimas, aparición de mundo simbólico (decoración personal, uso de pigmentos, sepulturas) y las primeras manifestaciones artísticas.

Para los seguidores de la *Human revolution*, estas características eran exclusivas de los *Homo sapiens* que entran a Europa, los únicos con "comportamiento moderno", pues los neandertales no las poseerían, ya que constituyen las características que declinaron la balanza de la supervivencia de los HAM ante estos. Sin embargo, no son pocos los investigadores que consideran que los neandertales sí poseían un comportamiento moderno sin influencia de los HAM (D'Errico *et al.*, 1998; D'Errico, 2003; Zilhao, 2011), ya que podemos encontrar dichas

características de comportamiento avanzado en yacimientos del Paleolítico Medio (para una síntesis, Soressi & D'Errico, 2007), incluida, la que, desde mi punto de vista, es una inequívoca prueba de comportamiento moderno: las sepulturas (Maureille & Vandermeersch, 2007).

Si volvemos nuestra mirada hacia África, se ha cuestionado esta visión a tenor de los recientes descubrimientos realizados en este continente; valgan como síntesis los trabajos de S. McBrearty (McBrearty & Brooks, 2000; McBrearty, 2007) o los estudios en el yacimiento sudafricano de Blombos (Henshilwood, 2007). A tenor de estas evidencias, algunos de los autores más destacados de la *Human revolution* consideran que el comportamiento moderno ha de retrotraerse en el tiempo a tenor de la evidencia africana, pero no a los momentos de aparición de nuestra especie, como así parece indicar la arqueología, si no al 80.000 B.P., obviando la evidencia anterior (Mellars, 2006).

## ¿Quién fue el autor de las industrias transicionales?

En el 99% de los textos podremos encontrar que el Paleolítico Superior en Europa empieza con la llegada de los humanos modernos a nuestro continente. Probablemente esto sea cierto, pero no está avalado en la actualidad por una evidencia fósil consistente. En lo que concierne a los HAM más antiguos, tenemos algunos ejemplos de *Homo sapiens* en Rumanía sin contexto arqueológico datados en 42.400-38.400 cal. B.P. (Zilhao *et al.*, 2007). Menos consistente parece la reevaluación de una vieja datación sobre un resto fósil de HAM en Kent's Cavern (Reino Unido) asociado a

un conjunto lítico poco diagnóstico y que le otorga una horquilla entre 44.2-41.5.000 cal. B.P. (Higham *et al.*, 2011). Sin embargo, ninguno está asociado a las primeras industrias del Paleolítico Superior, el Auriñaciense, en sus versiones Protoauriñaciense o Auriñaciense Antiguo. No tener restos fósiles asociados al inicio del Auriñaciense no ha sido óbice para defender que este fue obra de los humanos modernos. Por último, en la Grotta Cavallo (Italia) se ha reinterpretado un fósil como HAM cuando antes era neandertal (Benazzi *et al.*, 2011). Esto tiene una doble vía de interpretación, se trata de un *Homo sapiens* datado entre 45-43.000 cal. B.P. y tendríamos la evidencia antropológica de que uno de los tecnocomplejos transicionales estuvo realizado por humanos modernos.

Algo similar, aunque con mayores turbulencias epistemológicas, ocurre en el ámbito cultural de la transición entre el Paleolítico Medio y el Superior. El paradigma *Human revolution* otorgaba una autoría neandertal a los tecnocomplejos transicionales. Estos, al verse apabullados por las mejoras tecnológicas de los humanos modernos, se lanzaron a copiar la nueva tecnología. Pero también han existido otras posturas, desde que los tecnocomplejos transicionales han sido exclusivamente realizados por humanos modernos (Bar Yosef, 2006), hasta una visión en mosaico en la que a partir de apriorismos se han otorgado autorías dependiendo de la "calidad" de la industria lítica u ósea. Así, por ejemplo, el Szeletense LRJ, Neroniense o Uluzziense, al tener un fuerte componente Levallois, era otorgado a los neandertales. En el lado contrario, el Korzaniense o el Streletskayiense se atribuyen a *Homo sa-*

*piens*. Pero como esta adscripción es tecnotipológica, existen tecnocomplejos que han cambiado de bando. Uno de los casos más polémicos ha sido el del Bacho-Kiriense, tecnocomplejo que era poco más que la cabeza de playa de los HAM en Europa, y que ha pasado a ser un tecnocomplejo realizado posiblemente por neandertales (Teyssandier, 2006). El testigo ha sido tomado por el Bohuniciense, al que se asocia con el Emiriense del Levante mediterráneo y, por tanto, realizado por humanos modernos (Škrdla, 2003).

Sin embargo, como ya hemos dicho, si revisamos la evidencia paleoantropológica, este tipo de adscripciones no puede ser mantenida para la mayoría de los tecnocomplejos, simplemente porque no hay evidencia fósil. Tecnocomplejos transicionales con restos humanos asociados son el Chatelperroniense (Saint-Césaire y Arcy-sur-Cure) y el Uluzziense (Grotta del Cavallo). El primero de ellos, asociado a *H. neanderthalensis*, pese a que está siendo puesto en duda en la actualidad (Bar-Yosef & Bordes, 2010). El segundo, recientemente asociado a *H. sapiens* (Benazzi *et al.*, 2011), por lo que los criterios de catalogación tecnotipológicos que hemos apuntado antes quedan completamente inutilizados. Del resto de tecnocomplejos, simplemente, desconocemos sus autores.

## Hacia una transición Paleolítico Medio-Superior en mosaico

Desde mi punto de vista, la formación epistemológica de la Prehistoria, y concretamente en lo concerniente a la transición entre el Paleolítico Medio y Superior,

arrastra unos lastres que fueron hijos del momento en el que se enunciaron las diferentes hipótesis interpretativas. Pese al tiempo transcurrido, siguen estando latentes, de facto e inconscientemente, en la literatura científica y de divulgación. Estos son el antropocentrismo y el eurocentrismo.

Claro ejemplo de lo primero es la denominación de nuestra propia especie *Homo sapiens*. Incluso cuando a los neandertales se les denominaba *Homo sapiens neanderthalensis*, a nuestra especie se la hizo doblemente sabia (*Homo sapiens sapiens*); creo que esta visión ha generado, de manera más o menos consciente, esa creación del "otro" como inferior a nosotros.

El eurocentrismo también se sigue encontrando en la negación de la evidencia de comportamiento moderno en la evidencia arqueológica africana hasta el 80.000-50.000 B.P. para *Homo sapiens*: durante su expansión por África y Eurasia, HAM sufre una mutación genética hace 50.000 años a su paso por Próximo Oriente, por la cual obtiene las capacidades cognitivas "modernas" (Klein, 2003). Esta hipótesis, desde mi punto de vista, es del todo eurocentrista. Los humanos modernos serían modernos un poco antes de su entrada en nuestro continente y el hecho de que se apoye en una serie de mutaciones genéticas de difícil verificación, y no exclusiva de los HAM, la acerca, desde mi punto de vista, a posturas neocreacionistas. Como anécdota, no baladí, dicha mutación se produjo en la región sirio-palestina, cuna de las religiones judeo-cristianas.

Así pues, confrontando la hipótesis de la *Human Revolution* a la evidencia arqueológica actual, en lo concerniente a los

complejos transicionales, observamos que no existe una clara idea arqueológica de lo que es el Paleolítico Superior, últimamente relacionado con el comportamiento moderno en Europa, siempre ligado a la llegada de *Homo sapiens* y al Auriñaciense, pero con tecnocomplejos, como el Chatelperroniense, que pertenecieron a este.

A la luz de la evidencia arqueológica actual, tanto HAM como neandertal pudieron realizar tecnocomplejos transicionales y sabemos que los humanos modernos son los protagonistas de las últimas etapas del Auriñaciense. Sin embargo, adscribimos autores al resto de tecnocomplejos transicionales sin tener evidencia fósil, únicamente por el apriorismo arcaico *versus* moderno en la composición de sus industrias.

Además comprobamos que, aunque los escenarios cambian y la evidencia arqueológica cada vez da más sorpresas, existe, dentro del paradigma *Human revolution*, una serie de líneas rojas que no se cruzan. Los HAM hacen auriñaciense y, tal vez, algunos tecnocomplejos transicionales, pero si volvemos de nuevo al registro arqueológico africano podemos, quizás, plantear otra hipótesis de trabajo.

Desde que *Homo sapiens* aparece en África hace unos 200.000-180.000 B.P., las industrias a las que se han asociado han sido las del *Middle Stone Age* (MSA), que se caracterizan por la obtención de soportes líticos para hacer herramientas a partir de conceptos de talla predeterminados, como el discoide y, sobre todo, el Levallois (en sus diferentes métodos), muy similares a las realizadas por los neandertales. Con esta serie de industrias, nuestra especie se expande por África y

por Arabia (Foley & Lahr, 1997; Rose *et al.*, 2011). En Próximo Oriente, zona también ocupada en algunos momentos por los neandertales, las industrias de una y otra población humana son tan similares que, si no hay restos humanos asociados, no se podría distinguir al autor de las mismas (Meignen, 2007). Por otro lado, la talla de lascas Levallois y discoides no son ajenas a las industrias europeas de inicio del Paleolítico Superior (Pastoors & Peresani, 2011). Por tanto, cabe una posibilidad de que los humanos modernos hiciesen musteriense o algo similar cuando entraron a Europa y no Paleolítico Superior.

Esta hipótesis ayudaría a reinterpretar el mosaico de tecnocomplejos transicionales con características tan diferentes y, en ocasiones, antagónicas, pero que mantienen un *pool* cultural similar, común en las industrias realizadas por los neandertales y por los humanos modernos (ambas Paleolítico Medio). Además, ayudaría a comprender el polimorfismo inicial del Auriniaciense en Europa, al tener, como se ha sugerido en muchas ocasiones, un origen multifocal y el escenario en mosaico, y no lineal, que representa la transición entre el Paleolítico Medio y el Superior en Europa.

## Bibliografía recomendada

Benazzi S, Douka K, Fornai C, *et al.* Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behaviour. *Nature* doi:10.1038/nature10617, 2011.

Bar-Yosef O. Neanderthals and modern humans: A different interpretation. In N J Conard (ed.), *When Neanderthals and modern humans met*, Tubingen. Kerns Verlag 2006; 467-82.

Bar-Yosef O, Bordes JG. Who were the makers of the Châtelperronian culture? *Journal of Human Evolution* 2010; 59:586-93.

Bernaldo de Quirós F, Maíllo-Fernández JM. The Transition a Aurignacian and the Middle-Upper Palaeolithic Transitional Model in Cantabrian Iberia. In Camps M, Chauhan (eds.). *A sourcebook of Palaeolithic Transitions: Methods, Theories and Interpretations*. New York: Springer, 2009; 341-59.

Bietti A, Negrino F. Transitional industries from Neandertals to Anatomically Modern Humans in Continental Italy: Present state of Knowledge. In Riel-Salvatore J, Clark GA (eds.), *New approaches to the Study of Early Upper Paleolithic Transitional industries in Western Eurasia*. Oxford: BAR International Series, 1620. 2007; 41-60.

Davis W. Re-Evaluating the Aurignacian as an Expression of Modern Human Mobility and Dispersal. In Mellars P, Boyle K, Bar-Yosef O, Stringer C. (eds.), *Rethinking the Human Revolution*. Cambridge. McDonald Institute Monographs 2007; 263-74.

D'Errico F. The Invisible Frontier. A Multiple Species Model for the Origin of Behavioural Modernity. 2003. *Evolutionary Anthropology* 2003; 12:188-202.

D'Errico F, Zilhão J, Julien M, *et al.* Neanderthal Acculturation in Western Europe? A Critical Review of the Evidence and its Interpretation. *Current Anthropology* 1998; 39(S1):1-44.

Foley RA, Lahr MM. Mode 3 technologies and the evolution of modern humans. *Cambridge. Journal of Archaeology* 1997; 7:3-36.

Henshilwood CS. FullySymbolic Sapiens Behaviour: innovation in the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa. In Mellars P, Boyle K, Bar-Yosef O, Stringer C (eds.), *Rethinking the Human Revolution*. Cambridge. McDonald Institute Monographs 2007; 123-32.

Klein RG. Whither the Neanderthals? *Science* 2003; 291:1.525-7.

Kuhn SL. In what sense is the Levantine Initial Upper Palaeolithic a Transitional industry? In Zilhão J, D'Errico F (eds.), *the Chronology of the Aurignacian and Transitional Techno-*

complexes. Dating, stratigraphies, Cultural Implications. *Trabalhos de Arqueologia*, 33, Lisboa, 2003; 61-9.

Higham T, Compton T, Stringer Ch, et al. The earliest evidence for anatomically modern humans in north western Europe. *Nature*. doi:10.1038/nature 10484. 2011.

Kozłowski J. The Middle to Upper Palaeolithic Transition North of the Continental Divide: between England and the Russian Plain. In Boyle K, Gamble C, Bar-Yosef O. (eds), *The Upper Palaeolithic Revolution in Global Perspective*. Cambridge. McDonald Institute Monographs 2010; 123-35.

Leveque F, Vandermeersch B. Les découvertes de restes humains dans un horizon castelperronien de Saint-Césaire (Charente-Maritime). 1980. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 1980; 77(2):35.

Maureille B, Vandermeersch B. Les sépultures Néandertaliennes. In Vandermeersch B, Maureille B. (eds.). *Les Néandertaliens. Biologie et Cultures*, CTHS. Paris. 2007; 311-22.

McBrearty S. Down with the Revolution. In Rethinking the Human Revolution. In Mellars P, Boyle K, Bar-Yosef O, Stringer C (eds.), *Rethinking the Human Revolution*. Cambridge. McDonald Institute Monographs 2007; 133-51.

McBrearty S, Brooks A. The revolution that wasn't: A new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of Human Evolution* 2000; 39:453-563.

Meignen L. Néandertalien set Hommes Modernes au Proche-Orient: connaissances techniques, stratégies de subsistance et mobilité. In Vandermeersch B, Maureille B. (eds.), *Les Néandertaliens. Biologie et Cultures*, Paris. CTHS. 2007; 231-61.

Mellars PA. The character of the middle-upper-palaeolithic transition in south-west France. In C. Renfrew (ed.), *The Explanation of cultural change. Models in prehistory*. London: Duckworth, 1973; 255-76.

Mellars P. Why did modern human populations disperse from Africa ca. 60,000 years ago? A new model. *PNAS* 2006; 103(25):9.381-6.

Mellars P. Rethinking the Human Revolution: Eurasian and African Perspectives. In Mellars P, Boyle K, Bar-Yosef O, Stringer C (eds.), *Rethinking the Human Revolution*. Cambridge. McDonald Institute Monographs 2007; 1-11.

Monigal K. Transit lounge of Eastern Europe: Multicultural Crimea during the Late Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic. In Conard N. (ed). *When Neanderthals and Modern Humans Met*, Tübingen Kerns Verlag. 2006; 189-211.

Oliva M. Le Szeletien de Tchécoslovaquie: industrie lithique et répartition géographique. *Paléosupplément* 1995; 1:83-90.

Pastors A, Peresani M. Flakes not Blades: The Role of Flake Production at the Onset of the Upper Palaeolithic in Europe. *Neanderthal Museum Monographs* 2011.

Pelegrin J, Soressi M. Le Châtelperronien et ses rapports avec le Moustérien. In Vandermeersch B, Maureille B. (eds.). *Les Néandertaliens. Biologie et Cultures*, Paris. CTHS. 2007; 283-96.

Peresani M. A New Cultural Frontier for the Last Neanderthals: The Uluzzian in Northern Italy. *Current Anthropology* 2008; 49(4):725-31.

Rose Ji, Usik VI, Marks AE, et al. The Nubian Complex of Dhofar, Oman: An African Middle Stone Age Industry in Southern Arabia. *Plos One* 6 (11) e28239. doi:10.1371/journal.pone.0028239. 2011.

Škrdl P. Comparison of Boker Tachtit and Stránská Skála MP/UP Transitional Industries. *Journal of The Israel Prehistoric Society* 2003; 33:37-73.

Slimak L. The Neronian and the historical structure of cultural shifts from Middle to Upper Palaeolithic in Mediterranean France. *Journal of Archaeological Science, Journal of Archaeological Science* 2008; 35:2.204-14.

Soressi M, D'Errico F. Pigments, Gravures, Parures: les comportements symboliques controversés des Néandertaliens. In B. Vandermeersch and B. Maureille (eds.). *Les Néandertaliens. Biologie et Cultures*, Paris. CTHS. 2003; 297-309.

Straus LG. Has the Notion of Transitions in Palaeolithic Prehistory outlived its Usefulness?

The European record in Wider Context. In Camps M, Chauhan PR (eds). *A sourcebook of Palaeolithic Transitions: Methods, Theories and Interpretations*. New York: Springer, 2011; 3-18.

Teysandier N. Questioning the First Aurignacian. *Anthropologie* 2006; XLIV(1):9-29.

Tsanova T. Les débuts du Paléolithique supérieur dans l'Est des Balkans. Ph.D, dissertation. Université Bordeaux I. 2006.

Zilhao J. Aliens from Outer Time? Why the Human revolution is wrong, and where do

we go from here? In Condemi S, Weniger GC (eds.). *Continuity and Discontinuity in the peopling of Europe: One hundred fifty-years of neanderthal Study*, Springer. 2011; 331-66.

Zilhao J, Trinkaus E, Constantin S, et al. The Peflteracu Oasepeople, Europe's earliest modern humans. In Mellars P, Boyle K, Bar-Yosef O, Stringer C (eds.), *Rethinking the Human Revolution*, Cambridge. McDonald Institute Monographs 2007; 249-62.



# Neuroevolución cocinada

Dr. Jorge Laborda Fernández

## 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 gé-

nero *Homo*. Hasta entonces, hace 2,6 millones de años, los homínidos, del género *Australopithecus*, eran mucho más parecidos a los simios actuales que a los humanos y se cuestiona que utilizaran 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 ancestro primitivo. *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?

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.

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? 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 sorprendente respuesta es el sistema digestivo, es decir, precisamente el tamaño del sistema encargado de extraer energía de los alimentos ha dis-

minuido, mientras que el de un órgano que necesita más energía ha aumentado. ¿Cómo y por qué puede haber sucedido esto?

## 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, 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 dentición ha disminuido, a pesar de aumentar la ingesta de 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 1 a 2 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 herbívora a carnívora, que no se produjo completamente. De nuevo debemos preguntarnos: ¿por qué?

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 transmi-

sión 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, 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 durante 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

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 digestivas, etc., es menor. De esta forma, el balance energético neto es superior, lo que favorece la supervivencia y la capacidad reproductiva de animales con menores tubos digestivos, que emplean menos energía en mantenerlo para digerir los alimentos y pueden 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. 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 90 °C, 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 del 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.

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.

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.

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 espon-

jado 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 (obesidad). 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 en obesos.

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 zos 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, algunas semillas, 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.

¿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, y que son utilizadas para tomar decisiones sobre qué comer. La modificación conferida a los ali-

mentos 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.

## 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.

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 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 la enzima lactasa la que actúa.

Las enzimas digestivas 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 4 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.

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 6.000 años. Otros concluyen que la mutación apareció en el Oriente Medio unos 500 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 reemplazado 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 se 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 sociales y tolerantes con los demás, carac-

terística 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 recomendada

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

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

Itan Y, Powell A, Beaumont MA, et al. The origins of lactase persistence in Europe. *PLoS Comput Biol* Aug 2009; 5(8):e1000491.

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

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

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



# Los recursos alimentarios de los homínidos de Atapuerca

Dra. Rosa Huguet Pàmies

## Introducción

El estudio de los recursos alimentarios en evolución humana se puede abarcar de maneras diferentes según sea la pregunta que realicemos. Así, podemos preguntar ¿qué comían los homínidos del Pleistoceno? o ¿cómo obtenían sus recursos alimentarios? La aproximación a la primera pregunta se realiza desde disciplinas relacionadas con la biología, la paleoecología o la paleoantropología, mientras que la respuesta a la segunda pregunta se obtiene desde la arqueología y, más concretamente, desde la zooarqueología.

## ¿Qué comían?

La paleoecología tiene como objetivo reconstruir el medio en el que vivieron los grupos humanos del pasado. La información necesaria para realizar dicha reconstrucción se obtiene a partir de los restos paleontológicos y paleobotánicos recuperados en los yacimientos. Los restos paleontológicos aportan información sobre los animales (carnívoros, herbívoros, micromamíferos, reptiles o aves) que habitaron en un medio concreto, mientras que los restos paleobotánicos (polen, semillas o carbones) aportan información sobre la flora.

A partir de los datos paleontológicos y paleobotánicos, los paleoecólogos reconstruyen el paisaje en el que vivieron los ho-

mínidos del Pleistoceno. Esta reconstrucción es el punto de partida para conocer diferentes aspectos de los recursos alimentarios, como la cantidad de recursos animales y vegetales (frutos, raíces...) "disponibles" para ser consumidos por los homínidos del Pleistoceno o con qué tipo de carnívoros (grandes o pequeños, carroñeros, cazadores, etc.) tuvieron que competir los grupos humanos para obtener dichos recursos.

A partir de estos estudios paleoecológicos (Rodríguez *et al.*, 2010), sabemos que en la Sierra de Atapuerca, durante el Pleistoceno, existía una alta diversidad de herbívoros (rinocerontes, caballos, ciervos, gamos, hipopótamos, suidos, bisontes...) potencialmente consumibles por los homínidos y por los carnívoros (hienas, jaguares, leones, cánidos, zorros y mustélidos) (Made *et al.*, 2003; García y Arsuaga, 2001; Cuenca-Bescós y García, 2007). Los recursos vegetales en la Sierra de Atapuerca también son variados, así se ha registrado una serie de taxones vegetales que aportan frutos consumibles, como piñones, arándanos, bellotas, nueces o almecinas (Burjachs, 2002).

Otra disciplina vinculada con la biología, y que aporta información sobre qué consumían los homínidos del Pleistoceno, es la paleoantropología. Los cambios evolutivos en las estructuras anatómicas directamente relacionadas con la masticación: dientes,

mandíbula y soporte de los músculos masticatorios, se han asociado con cambios en el tipo de dieta. Uno de los fósiles humanos que tradicionalmente se ha utilizado para ilustrar esta idea es el cráneo de *Paranthropus boisei*, conocido también como "Cascanueces". Este homínido, que vivió en África Oriental hace entre 2,3 y 1,2

millones de años, presenta megadoncia (molares y premolares grandes), mandíbulas grandes y robustas, base del cráneo ancho y pómulos altos. Todas estas características se han relacionado con una adaptación a una masticación intensa y al consumo de materiales duros, como nueces, semillas, raíces y cortezas (Leakey, 1959).

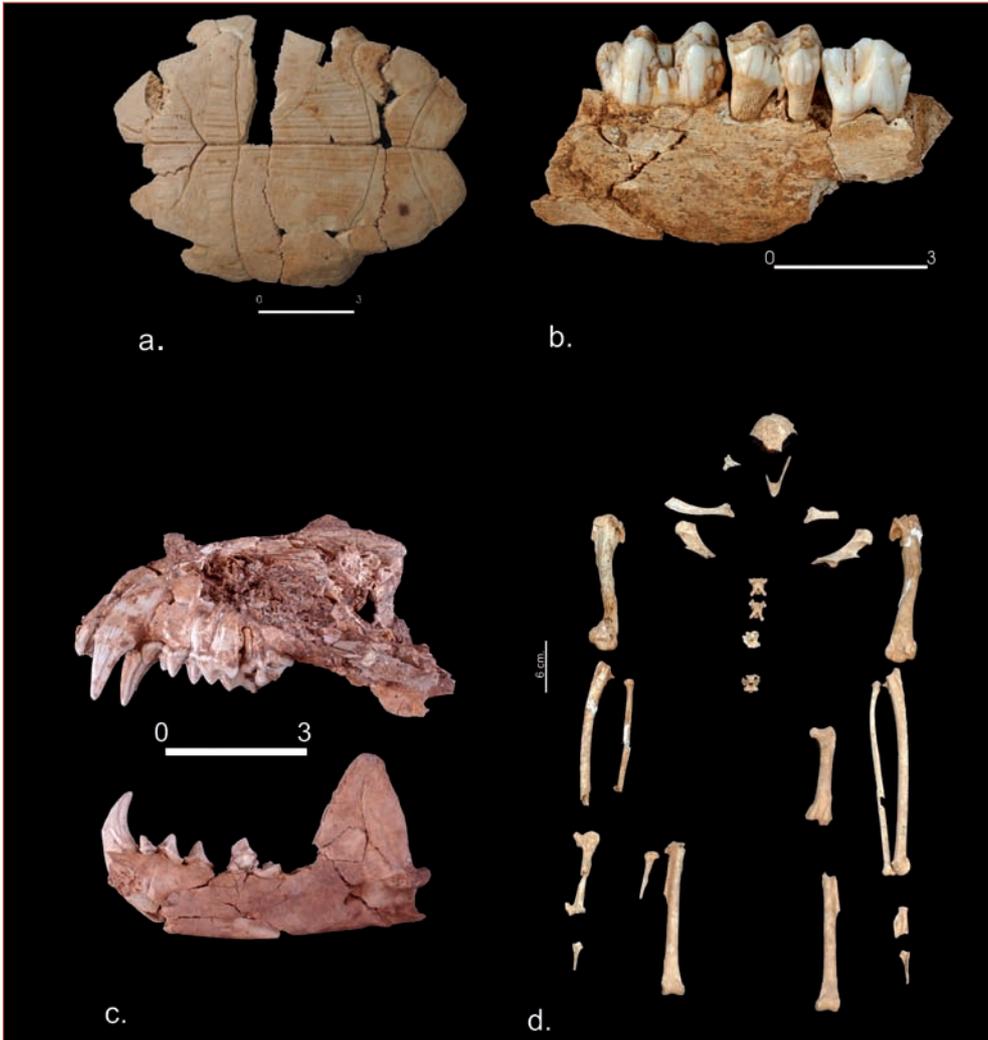


Figura 1. Restos óseos de diferentes animales recuperados en el yacimiento de la Sima del Elefante de Atapuerca: a. Caparazón de tortuga; b. Mandíbula de suido; c. Cráneo y mandíbula de mustélido; d. Restos de águila pescadora recuperados en semiconexión anatómica.

Aparte de la morfología del aparato masticador, el estudio de las piezas dentales también aporta información relacionada con la alimentación de los homínidos. Los alimentos que consumimos dejan marcas en la superficie de los dientes. Dependiendo de la dureza de los alimentos, las modificaciones en la superficie del diente son más o menos intensas.

Los estudios de los dientes de los homínidos de la Sima de los Huesos de Atapuerca (Bermúdez de Castro *et al.*, 1995) indican un fuerte desgaste en la zona oclusal. Esta modificación se ha relacionado con una masticación bastante continua, propia de una dieta vegetal con baja absorción de calorías por parte de los homínidos. Por otro lado, las microestrías de la zona vestibular de dichos dientes señala una dieta en la que predominan los vegetales (frutos, tubérculos, brotes tiernos). De este modo, los autores del trabajo, anteriormente citado, concluyen que los homínidos de la Sima de los Huesos tenían una dieta con un fuerte componente vegetal.

Otra fuente de información sobre los alimentos consumidos por los homínidos y relacionada con la paleoantropología proviene del sarro dental. Algunas piezas dentales fósiles presentan restos de sarro y, en ocasiones, en este sarro es posible recuperar restos de vegetales mineralizados (fitolitos) y granos de almidón. Hasta el momento, en los yacimientos de la Sierra de Atapuerca no hemos obtenido ninguna información sobre la alimentación de los homínidos a partir del sarro. Sin embargo, en algunos restos dentales de neandertal recuperados en los yacimientos de Shanidar (Irán) y Spy (Bélgica) se ha documentado la presencia de fitolitos de palmera y granos de almidón de

un cereal similar a la cebada (*Triticeae cf. Hordeum*) (Henry *et al.*, 2011).

## ¿Cómo obtenían los recursos alimentarios?

Si más allá de conocer qué es lo que comían los grupos humanos, queremos saber o conocer cómo estos homínidos obtenían los recursos alimentarios, principalmente los recursos animales, tendremos que estudiar los restos fósiles desde la arqueología, y más concretamente, desde la zooarqueología.

La zooarqueología es la disciplina que estudia los restos óseos y dentales en clave antrópica, basándose en aspectos metodológicos de la tafonomía. Así, el objetivo principal en el estudio zooarqueológico de los restos óseos no es conocer el taxón del animal, como pasaría en paleontología, sino saber la relación entre estos restos óseos y los homínidos. La manera más determinante de conocer dicha relación es a partir de las marcas de corte documentadas en la superficie de los huesos (Potts y Shipman, 1981). Estas marcas se producen cuando una herramienta lítica utilizada por un homínido durante el proceso de carnicería de un animal roza con el hueso de forma accidental. La identificación de estas marcas en un conjunto fósil son la prueba más concluyente de la relación entre los homínidos y los restos faunísticos recuperados.

A partir del estudio de las marcas de corte, de su tipología, localización y distribución en el hueso podemos conocer las actividades que los grupos humanos han realizado sobre la presa que consumieron (desollar, eviscerar, desmembrar, descarnar). Aparte de las marcas de corte,

también existe otro tipo de evidencias de la actividad humana, como son las fracturas, ya sea por percusión o por flexión, que presentan algunos huesos. Estas fracturas se producen cuando los homínidos quieren acceder a los nutrientes (tuétano) que hay en el interior de los huesos (Binford, 1981; Bromage & Boyde, 1984; Noe-Nygaard, 1989; Blumenschine & Selvaggio, 1988; Villa & Mahieu, 1991; White, 1992).

Las evidencias de antropización de los restos óseos, así como la representación esquelética de las carcasas de los animales documentados en los yacimientos, aportan información muy valiosa para el estudio de las estrategias de subsistencia de los grupos humanos del Pleistoceno.

### **Estrategias de subsistencia**

Las estrategias de subsistencia son aquellas “soluciones” o “recursos” que los grupos humanos son capaces de encontrar para poder sobrevivir y reproducirse como grupo. En el estudio de la evolución humana se ha observado que los grupos con estrategias más desarrolladas y complejas son los que tuvieron mayor éxito.

Uno de los temas más debatidos en el estudio de la evolución humana se centra en la cronología de la llegada de los primeros grupos humanos a Europa y si estas poblaciones ocuparon de manera continua el continente o fueron ocupaciones marginales y discontinuas. Hasta el año 1994 existían dos corrientes diferentes sobre la cronología de las primeras ocupaciones humanas en Europa. Así, un grupo de investigadores defendían la llamada “cronología corta”, que planteaba

que la presencia humana en Europa era posterior a los 500.000 años (Dennell, 1983; Roebroeks, 1994; Roebroeks & Kolfshoten, 1994; Gamble, 1995, 2001; Mussi, 1995; Raposo & Santonja, 1995). Otro grupo de investigadores defendían la denominada “cronología larga”, que planteaba que dicha colonización del continente se produjo hace más de 500.000 años (Carbonell *et al.*, 1995, 1996; Aguirre, 1996; Agustí, 2003a; Bonifay, 1991; Arribas & Palmqvist, 1999; Gabunia *et al.*, 2000).

Los restos humanos recuperados en el nivel 6 de la Gran Dolina y en el nivel 9 de la Sima del Elefante son claras evidencias de que había ocupación humana en Europa hace más de 1 millón de años (Bermúdez de Castro *et al.*, 1997; Carbonell *et al.*, 2008). Ante tales evidencias, los investigadores que defendían la ausencia de ocupación humana antes de los 500.000 años han tenido que aceptar que su hipótesis era errónea. Sin embargo, estos investigadores plantean que la ocupación de Europa fue marginal y discontinua, pues los grupos humanos del Pleistoceno Inferior no tenían unas estrategias de subsistencia suficientemente desarrolladas para reproducirse como grupo y, en consecuencia, no podrían haber mantenido una ocupación continua en Europa (Gamble, 1995, 2001; Turner, 1992, 1999; Dennell, 2003; Roebroeks, 2006). Los argumentos presentados por estos investigadores para defender la ocupación discontinua de los grupos humanos se centran en la baja demografía, en el grupo de carnívoros existente en Europa en ese momento y en una supuesta escasa cohesión social del grupo de homínidos.

Según Gamble (2001) y Dennell (2003), los escasos yacimientos del Pleistoceno Inferior documentados en Europa indicarían que la población sería escasa. Esto significaría que se perdería transmisión de aprendizaje y, en consecuencia, se perdería la capacidad de obtener recursos y la población entraría en crisis, provocando su desaparición. Por otro lado, siguiendo el planteamiento de Turner (1992, 1999), el grupo de carnívoros identificado en Europa durante el Pleistoceno Inferior (entre los que hay grandes carnívoros cazadores, así como una gran hiena que practica el carroñeo) haría que los grupos de homínidos no pudieran competir con estos predadores. En consecuencia, los homínidos estarían siempre a merced de los carnívoros para alimentarse, ya que se verían forzados a consumir las presas que estos abandonaban tras la predación. De este modo, los homínidos pasarían grandes crisis alimentarias por falta de recursos cárnicos que los llevaría a su extinción como grupo. La baja cohesión social de los grupos de homínidos del Pleistoceno Inferior es el tercer argumento presentado por los investigadores que defienden que estas poblaciones son discontinuas y marginales. Esta supuesta baja cohesión social, junto con la fuerte estacionalidad climática existente en Europa en ese momento, haría muy complicada la supervivencia de los homínidos en el continente (Gamble, 2001).

## Estrategias de subsistencia de los homínidos de Atapuerca

Los datos obtenidos a partir de los estudios zooarqueológicos realizados en los conjuntos arqueológicos de la Sierra de Atapuerca nos permiten afirmar y defender que las estrategias de subsistencia de los

homínidos del Pleistoceno Inferior eran exitosas para su supervivencia y su reproducción como grupo. Gran Dolina y Sima del Elefante son, hasta el momento, las dos cavidades de la Sierra de Atapuerca en las que hemos documentado evidencias de actividad antrópica realizada durante el Pleistoceno Inferior.

En la Sima del Elefante hemos recuperado restos humanos, líticos y huesos con marcas de corte de hace 1,2 millones de años (Carbonell *et al.*, 2008). El estudio de estos restos óseos con marcas de actividad antrópica nos muestra que los homínidos no realizaban ninguna selección, ya sea por taxones o por tallas de peso, de los animales que consumían. De este modo, hemos identificado una amplia variedad de taxones, como bisontes, ciervos, aves, conejos o tortugas, consumidos por los homínidos (Huguet, 2007; Carbonell *et al.*, 2008). La localización y distribución de las marcas de corte sobre los huesos muestra que los homínidos habían realizado diferentes actividades del proceso de carnicería, desde el desollado hasta la fracturación de los huesos, pasando por la descarnación de las presas. El desollado es una de las primeras actividades que se realiza cuando se obtiene una presa intacta, es por ello que la identificación de esta actividad en el conjunto nos indica que los homínidos han realizado un acceso primario e inmediato sobre las presas. Este acceso se puede haber producido por caza o bien por un carroñeo confrontacional con otros predadores.

En Gran Dolina hemos documentado dos conjuntos del Pleistoceno Inferior con claras evidencias de actividad humana: el nivel 4 (TD4) y el nivel 6 (TD6). El nivel TD4 ha sido interpretado como una

trampa natural donde los animales caían y morían (Rosell, 1998; Huguet, 2007). En este enclave hemos identificado que tanto los homínidos como los carnívoros accedían al interior de la cavidad con el objetivo de obtener recursos animales. Precisamente, la presencia de los homí-

nidos en la cavidad indica que estos tenían un alto control del territorio en el que vivían y conocían bien donde podían obtener recursos alimentarios. En algunos restos óseos recuperados en el nivel 4 de Gran Dolina hemos documentado superposición de marcas de la actividad de car-

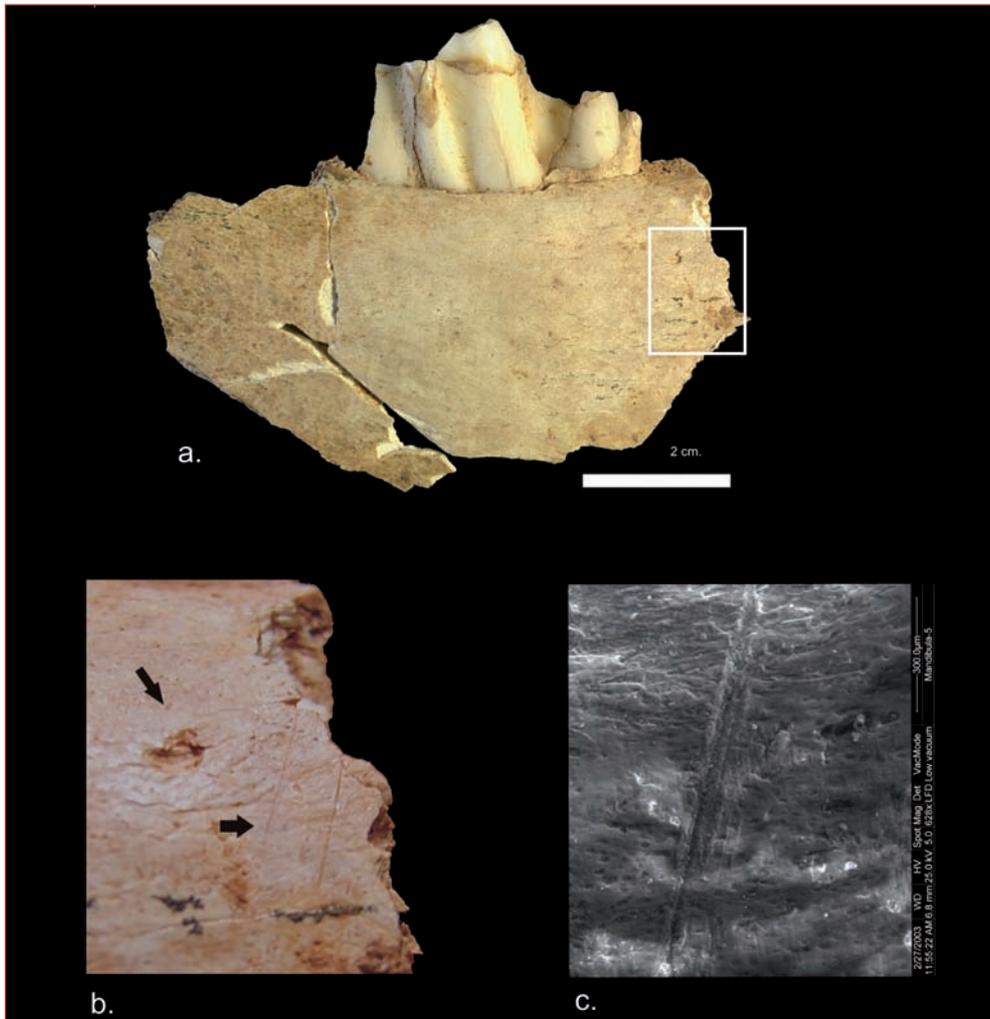


Figura 2. Ejemplo de un resto óseo con marcas de la actividad de los homínidos recuperado en el yacimiento de la Sima del Elefante de Atapuerca: a. Vista general de la mandíbula de bóvido con marcas de corte y un estigma de percusión; b. Detalle de las marcas identificadas en la mandíbula; c. Detalle en visión microscópica de una de las marcas de corte documentadas en la mandíbula.

nívoros y homínidos, aunque siempre hemos apreciado que son los carnívoros los que han accedido sobre restos abandonados por homínidos y, en ningún caso, al revés.

El análisis de la distribución y localización de las marcas de corte sobre los huesos ha permitido identificar todas las actividades que componen el proceso de carnicería, desde el desollado y la evisceración hasta la descarnación y la fracturación de los huesos de animales de talla grande y media. Estos datos, junto con la superposición de improntas de diferentes agentes, refuerza el planteamiento de que los homínidos realizaban un acceso primario e inmediato sobre los animales que consumían.

Más allá de los conjuntos de la Sima del Elefante o el nivel 4 de la Gran Dolina, el conjunto más completo para poder estudiar las estrategias de subsistencia de los homínidos del Pleistoceno Inferior es el nivel 6 de la Gran Dolina. Este conjunto ha sido interpretado como un campamento o lugar residencial de los homínidos, así pues, su actividad ha sido más intensa y duradera que la que hemos documentado en los otros yacimientos del Pleistoceno Inferior de la Sierra de Atapuerca. Se ha observado que los homínidos no realizan ningún tipo de selección de las presas, ni por taxón ni por tamaño.

Uno de los rasgos relevantes en el estudio de los restos óseos del nivel 6 es la representación esquelética de las carcasas de los animales. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que no todos los animales identificados en el conjunto presentan la misma representación anatómica. Los animales de talla grande y media están representados principalmente por elementos del

esqueleto apendicular (extremidades), mientras que los animales de talla pequeña tienen una representación más homogénea de los segmentos anatómicos. La ausencia o baja representación de ciertos elementos anatómicos indica que los animales fueron obtenidos, ya sea por caza o por carroñeo, fuera de la cavidad y, posteriormente, fueron transportados por los "cazadores" al lugar de residencia, posiblemente para compartir la presa con el resto del grupo.

Las marcas de carnicería documentadas en el conjunto óseo muestran que las presas han sufrido un consumo intensivo, en el que se ha realizado todo el procesado de carnicería, desde el desollado hasta el consumo del tuétano. Estas características se han registrado tanto en los restos de animales como en los restos humanos. Estos restos humanos presentan marcas de antropización que indican que han sido canibalizados (Fernández-Jalvo *et al.*, 1996, 1999). El alto número de restos animales mezclados con los restos humanos y la ausencia de evidencias que indiquen la existencia de un canibalismo simbólico apuntan a que el canibalismo documentado en el nivel 6 de la Gran Dolina respondería a un aspecto cultural o de dieta de los grupos humanos que vivieron en la Sierra de Atapuerca durante el Pleistoceno Inferior (Carbonell *et al.*, 2010). Al igual que hemos visto en el conjunto del nivel 4 de Gran Dolina, en el nivel 6 también se han documentado algunos restos óseos consumidos por dos agentes diferentes: homínidos y carnívoros. En todos los restos, las señales identificadas indican que los carnívoros actuaron sobre huesos de presas abandonadas por los homínidos, pero nunca al revés.

## Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos en los diferentes conjuntos fósiles del Pleistoceno Inferior con evidencias de actividad humana documentados en la Sierra de Atapuerca ponen de manifiesto que estos grupos humanos realizaban un acceso inmediato y primario sobre las presas que consumían. No podemos determinar si este acceso se realizaba a través de la caza o bien del carroñeo con confrontación con otros predadores, aunque posiblemente los homínidos practicasen la combinación de ambas estrategias. Algunos autores (Domínguez-Rodrigo & Barba, 2006) han planteado que, posiblemente, para estos homínidos sería más peligrosa la confrontación que la caza.

De todos modos, ya fueran cazadores o carroñeros activos, es evidente que para realizar con éxito cualquiera de estas estrategias era necesario que el grupo tuviese una cohesión social sólida para poder organizarse y tener éxito. Acorde con este planteamiento, la evidencia de que los homínidos transportaban parte de las presas desde el lugar de obtención hasta el campamento indica que los cazadores compartían los recursos alimentarios con el resto del grupo (Saladié *et al.*, 2011). Este comportamiento refuerza la idea de que los grupos humanos que habitaron en la Sierra de Atapuerca durante el Pleistoceno Inferior tenían una cohesión social fuerte. Más allá de la cohesión social del grupo, la evidencia de que los homínidos realizaban accesos primarios e inmediatos sobre las presas indica que no eran carroñeros pasivos y que no dependían de los alimentos cazados, consumidos y abandonados por otros predadores para sobrevivir, como habían plan-

teado algunos investigadores (Turner, 1992, 1999).

En resumen, podemos concluir que las diferentes investigaciones relacionadas con los recursos alimentarios de los homínidos de la Sierra de Atapuerca nos han permitido conocer que estos grupos humanos vivieron en un medio rico en recursos tanto animales como vegetales, que tenían una dieta con un fuerte componente vegetal y que sus estrategias de subsistencia estaban suficientemente desarrolladas para poder sobrevivir y desarrollarse como grupo, tanto en el Pleistoceno Inferior como en el Medio.

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Ana Mateos del CENIEH y a la Cátedra Tomás Pascual Sanz por invitarme a participar en el ciclo de conferencias "Dieta y salud: desde el pasado al presente". Por otra parte, quiero dar las gracias a todas aquellas personas que cada año participan en los trabajos de excavación en los yacimientos de la Sierra de Atapuerca, ya que su trabajo es fundamental para las posteriores investigaciones sobre la evolución humana. Estas investigaciones las podemos realizar gracias a las ayudas del Ministerio de Economía y Competitividad (CGL2009-12703-C03-02/BTE), la Junta de Castilla y León, la Fundación Atapuerca y la Generalitat de Catalunya (SGR 2009-188).

## Bibliografía recomendada

Aguirre E. Orígenes del poblamiento de la Península Ibérica. El Hombre Fósil, 80 años después. Homenaje a Hugo Obermaier. A. Moure Romanillo (eds.). Santander, Universidad de Cantabria, Fundación Marcelino Botín, Institute for Prehistoric Investigations, 1996; 127-51.

Aguirre E, Carbonell E. Early human expansions into Eurasia: The Atapuerca evidence. *Quaternary International* 2001; 75:11-8.

Agustí J. El primer poblamiento humano de Europa: contexto cronológico y bioestratigráfico. *Jornadas Temáticas de Arqueología de Andalucía. El Pleistoceno: cambio climático, dinámica de dispersiones y arqueología*. INQUA, Granada, 2003.

Arribas A, Palmqvist P. On the ecological connection between sabre-tooths and hominids: Faunal dispersal events in the Lower Pleistocene and a review of the evidence for the first human arrival in Europe. *Journal of Archaeological Science* 1999; 26:571-85.

Bermúdez de Castro JM, Díez Fernández-Lomana C, Mosquera M, Nicolás-Checa E, Pérez-Pérez A, Rodríguez J, Sánchez-Marco A. El nicho ecológico de los homínidos del Pleistoceno Medio de Atapuerca. *Complutum* 1995; 6:9-56.

Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL, Carbonell E, Rosas A, Martínez I, Mosquera M. A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: ancestor to Neandertals and modern humans. *Science* 1997; 276:1.392-5.

Binford L. *Bones: ancient men and modern myths*. New York: Academic Press, 1981.

Blumenschine RJ, Selvaggio M. Percussion marks on bone surfaces as a new diagnostic of hominid behavior. *Nature* 1988; 333:763-5.

Bonifay E. Les premières industries du sud-est de la France et du Massif-Central. Les premiers européens. Actes du 114.º congrès national des sociétés savantes (Paris, 3-9 avril 1989). E. Bonifay y B. Vandermeersch (eds.). Paris: CTHS, 1991.

Bromage TG, Boyde A. Microscopic criteria for the determination of directionality of cut marks on bone. *American Journal of Physical Anthropology* 1984; 65:339-66.

Burjachs F. Paleocología del Homo antecesor: Palinología de la Unidades TD5, 6 y 7 de la Gran Dolina de Atapuerca (Burgos, Spain). XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos en Lengua Española (A.P.L.E.), Cartagena, Universidad Politécnica de Cartagena. 2002.

Carbonell E, Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL, Díez JC, Rosas A, Cuenca-Bescós G, Sala R, Mosquera M, Rodríguez XP. Lower Pleistocene hominids and artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain). *Science* 1995; 269:729-892.

Carbonell E, Bermúdez de Castro JM, Parés JM, Pérez-González A, Cuenca-Bescós G, Ollé A, Mosquera M, Huguet R, Made Jvd, Rosas A, Sala R, Vallverdú J, García N, Granger DE, Martínón-Torres M, Rodríguez XP, Stock GM, Vergès JM, Allué E, Burjachs F, Cáceres I, Canals A, Benito A, Díez JC, Lozano M, Mateos A, Navazo M, Rodríguez J, Rosell J, Arsuaga JL. The first hominin of Europe. *Nature* 2008; 452(7186):465-9.

Carbonell E, Cáceres I, Lozano M, Saladié P, Rosell J, Lorenzo C, Vallverdú J, Huguet R, Canals A, Bermúdez de Castro JM. Cultural cannibalism as paleoeconomy system in the European Lower Pleistocene. *Current Anthropology* 2010; 51:541-9.

Carbonell E, Mosquera M, Rodríguez XP, Sala R. The first man settlement of Europe. *Journal of Anthropological Research* 1996; 52:107-14.

Cuenca-Bescós G, García N. Biostratigraphic succession of the Early and Middle Pleistocene mammal faunas of the Atapuerca cave sites (Burgos, Spain). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 2007; 259:99-110.

Dennell R. *European Economic Prehistory: A new approach*. London & New York, Academic Press, 1983.

Dennell R. Dispersal and colonisation, long, short chronologies: how continuous is the Early Pleistocene record for hominids a outside East Africa? *Journal of Human Evolution* 2003; 45:421-40.

Despriée J, Gageonnet R, Voinchet P, Bahain J-J, Falguères C, Varache F, Courcimault G, Dolo JM. Une occupation humaine au Pléistocène inférieur sur la bordure nord du Massif central. *Comptes Rendu Palevol* 2006; 5:821-8.

Domínguez-Rodrigo M, Barba R. New estimates of tooth mark and percussion mark frequencies at the FLK Zinj site: the carnivore-hominid-carnivore hypothesis failed. *Journal of Human Evolution* 2006; 50:170-94.

- Echassoux A. Étude taphonomique, paléoécologique et archéozoologique des faunes de grands mammifères de la seconde moitié du Pléistocène inférieur de la grotte du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, France). *L'Anthropologie* 2004; 108:11-53.
- Fernández-Jalvo Y, Díez JC, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E, Arsuaga JL. Evidence of early cannibalism. *Science* 1996; 271:277-8.
- Fernández-Jalvo Y, Díez JC, Cáceres I, Rosell J. Human cannibalism in the Early Pleistocene of Europe (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution* 1999; 37(3-4):591-622.
- Gabunia L, Vekua A, Lordkipanidze D, Swisher III CC, Ferring R, Justus A, Nioradze M, Tvalchrelidze M, Antón SC, Bosinski G, Jöris O, Lumley MA, Majsuradze G, Mouskhelishvili A. Earliest Pleistocene Hominid Cranial Remains from Dmanisi, Republic of Georgia: Taxonomy, Geological Setting and Age. *Science* 2000; 288:1.019-25.
- Gamble C. The earliest occupation of Europe: the environmental background. In: Roebroeks W, Kolfschoten van T (eds) *The earliest occupation of Europe*. Leiden: University of Leiden, 1995; 279-95.
- Gamble C. *Las sociedades paleolíticas de Europa*. Barcelona: Ariel, 2001.
- García N, Arsuaga JL. Les carnivores (Mammalia) des sites du Pléistocène ancien et moyen d'Atapuerca (Espagne). *L'Anthropologie* 2001a; 105:83-93.
- Henry AG, Brooks AS, Piperno DR. Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium). *PNAS* 2011; 108(2):485-91.
- Huguet R. *Primeras ocupaciones humanas en la Península Ibérica: Paleoconomía en la Sierra de Atapuerca (Burgos) y la Cuenca de Guadix-Baza (Granada) durante el Pleistoceno Inferior* Ph. D. Thesis, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Spain. 2007.
- Leakey LSB. A new fossil skull from Olduvai. *Nature* 1959; 184:491-3.
- Lordkipanidze D, Vekua A, Ferring R, Rightmire GP, Agustí J, Kiladze G, Mouskhelishvili A, Nioradze M, Ponce de León M, Tappen M, Zollikofer C. The earliest toothless hominin skull. *Nature* 2005; 434:717-8.
- Louchart A, Mourer-Chauviré C, Guleç E, Howell CF, White TD. L'avifaune de Dursunlu, Turquie, Pléistocène inférieur: climat, environnement et biogéographie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 1998; 341-6.
- Lumley de H, Fournier A, Krzepakowska J, Echassoux A. L'industrie du Pléistocène Inférieur de la grotte du Vallonnet Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes. *L'Anthropologie* 1988; 92(2):501-614.
- Made Jvd, Aguirre E, Bastir M, Fernández-Jalvo Y, Huguet R, Laplana C, Márquez B, Martínez-Maza C, Martínón-Torres M, Rosas A, Rodríguez J, Sánchez-Marco A, Sarmiento S, Bermúdez de Castro JM. El registro paleontológico y arqueológico de los yacimientos de la Trincheras del Ferrocarril en la Sierra de Atapuerca. *Coloquios de Paleontología Ext* 2003; 1:345-72.
- Martínez Navarro B, Turq A, Agustí J, Oms O. Fuente Nueva-3 (Orce, Granada, Spain) and the first human occupation of Europe. *Journal of Human Evolution* 1997; 33:611-20.
- Mussi M. The earliest occupation of Europe: Italy. The earliest occupation of Europe. *Proceedings of the European Science foundation workshop at Tautavel*. W. Roebroeks y T. Kolfschoten van (eds.). Leiden: University of Leiden, 1995; 27-50.
- Noe-Nygaard N. Man-made traces fossils on bones. *Human Evolution* 1989; 4:461-91.
- Parfitt SA, Ashton NM, Lewis SG, Abel RL, Coope GR, Field MH, Gale R, Hoare PG, Larkin NR, Lewis MD, Karloukovski V, Maher BA, Peglar SM, Preece RC, Whittaker JE, Stringer CS. Early Pleistocene human occupation at the edge of the boreal zone in northwest Europe. *Nature* 2010; 466:229-33.
- Parfitt SA, Barendregt RW, Breda M, Candy I, Collins MJ, Russell CG, Durbidge P, Field MH, Lee JR, Lister AM, Mutch R, Penkman KEH, Preece RC, Rose J, Stringer CB, Symmons R, Whittaker JE, Wymer JJ, Stuart AJ. The earliest record of human activity in northern Europe. *Nature* 2005; 438:1.008-12.

- Potts R, Shipman P. Cutmarks made by stone tools on bones from Olduvai Gorge, Tanzania. *Nature* 1981; 291:577-80.
- Raposo L, Santonja M. The earliest occupation of Europe: The Iberian peninsula. The earliest occupation of Europe. Proceedings of the European Science foundation workshop at Tautavel. W. Roebroeks y T. Kolfschoten van (eds.). Leiden: University of Leiden, 1995; 7-26.
- Rodríguez J, Burjachs F, Cuenca-Bescós G, García N, Made Jvd, Pérez-González A, Blain H-A, Expósito I, López-García JM, García-Antón M, Allué E, Cáceres I, Huguet R, Mosquera M, Ollé A, Rosell J, Parés JM, Rodríguez XP, Díez C, Rofes J, Sala R, Saladié P, Vallverdú J, Bennisar ML, Blasco R, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E. One million years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Review* 2010.
- Roebroeks W. The human colonisation of Europe: where are we? *Journal of Quaternary Science* 2006; 21(5):425-35.
- Roebroeks W. Updating the Earliest Occupation of Europe. *Current Anthropology* 1994; 35(3):301-5.
- Roebroeks W, Kolfschoten VT. The earliest occupation of Europe: a short chronology. *Antiquity* 1994; 68:489-503.
- Rosas A, Huguet R, Pérez González A, Carbonell E, Vallverdú J, Made Jvd, Allué E, García N, Pérez-Martínez R, Rodríguez Méndez J, Sala R, Saladié P, Simón G, Martínez-Maza C, Bastir M, Antonio S, Pares JM. The Sima del Elefante cave site at Atapuerca. *Estudios Geológicos* 2006a; 62:327-48.
- Rosell J. Les premières occupations humaines à la Sierra de Atapuerca (Burgos, Espagne). Les niveaux TDW-4 et TDW-4b. In: Brugal J-P, Meignen L, Patou-Mathis M (eds.). *Économie Préhistorique: les comportements de subsistance au Paléolithique XVIIIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Sophia Antipolis: Éditions APDCA, 1998; 153-62.
- Saladié P, Huguet R, Díez JC, Rodríguez-Hidalgo A, Cáceres I, Vallverdú J, Rosell J, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E. Carcass transport decisions in Homo antecessor subsistence strategies. *Journal of Human Evolution* 2011; 61(4):425-46.
- Turner A. Large carnivores and earliest European hominids: changing determinants of resource availability during the Lower and Middle Pleistocene. *Journal of Human Evolution* 1992; 22:109-26.
- Turner A. Assessing earliest human settlement of Eurasia: Late Pliocene dispersions from Africa. *Antiquity* 1999; 73:563-70.
- Villa P, Mahieu E. Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution* 1991; 21:27-48.
- White TD. *Prehistoric cannibalism at Mancos*. Princeton: Princeton University Press, 1992.



# Los motivos ocultos del consumidor

Dr. Manuel Martín-Loeches Garrido

## Resumen

En este texto revisaremos qué es la percepción subliminal o inconsciente y algunos de los mecanismos cerebrales que intervienen en la misma y que nos llevan a actuar de múltiples maneras sin que lleguemos a sospechar, en la mayoría de los casos, el enorme peso de este tipo de percepciones en nuestra forma de actuar o de pensar. Llevado a la alimentación, y a la ingesta en general, el mundo de lo subliminal se nos abre como un conjunto de estímulos muy sutiles, pero con un gran peso a la hora de determinar nuestros gustos y preferencias más inmediatas. Lo que ingerimos y en qué cantidad e, incluso, nuestro grado de disfrute, vienen muchas veces determinados por aspectos verdaderamente insospechados de la realidad, y en los que lo social tiene un gran peso.

## Cómo funciona el cerebro humano

El proceso de encefalización, es decir, el aumento en el volumen cerebral, ha sido verdaderamente llamativo en el género *Homo*, y aún es posible rastrear los inicios de ese proceso en especies anteriores de australopitecinos. De hecho, es llamativo no solo el gran volumen de nuestro cerebro sino, además, lo rápido que ha ocurrido este proceso en términos evolutivos. La mayoría de los manuales sobre evolución humana destaca el hecho de que,

como consecuencia, nuestro cerebro se ha hecho enormemente complejo, mucho más que el de cualquier otra especie, y esto ha dado lugar a una especie con una inmensa inteligencia. Fruto de ello, el cerebro humano tiene lenguaje, consciencia, planificación, capacidad de abstracción, etc., hasta unos niveles inusitados y verdaderamente sorprendentes. La "metáfora del ordenador", según la cual nuestro cerebro es un ordenador de perfección suprema y aún no superada ni por la más potente de las máquinas actuales, todavía pervive en numerosos textos, siempre con la implicación de que el gran cerebro humano destaca, por encima de todo, por ser inteligente. Además, se suele pensar que la presión evolutiva para dar lugar a tan gran cerebro ha sido la tecnología, que necesita, efectivamente, de una gran inteligencia. Tecnología e inteligencia habrían coevolucionado en el ser humano en los últimos cientos de miles de años.

Sin embargo, el panorama neurocientífico actual no permite aceptar estas afirmaciones de manera radical, sino que se impone, cada vez más, la necesidad de que sean matizadas, poniendo nuestras capacidades intelectuales en su justo término y destacando, además, otras capacidades y formas de funcionamiento en las que nuestro cerebro también sobresale especialmente. Esto es así gracias a los grandes avances que se han producido en los últimos años en las llamadas "técnicas de neuroimagen", que nos permiten estudiar

la actividad del cerebro mientras los seres humanos realizan diversos tipos de tareas mentales. Lo que estas técnicas nos van descubriendo, junto con una serie de técnicas clásicas de estudio del comportamiento surgidas de la psicología, es que el cerebro humano presenta varios aspectos antes poco o nada sospechados. Por ejemplo, que lo que vemos en cada momento es solo una mínima parte de lo que se presenta ante nuestros ojos, pero que el cerebro se encarga de "reconstruir" el resto mediante información que obtiene en otros momentos, o a veces inventándose enteramente, dando al final la apariencia (la ilusión) de que nuestra capacidad visual es más grande de lo que en realidad es.

Pero quizá entre los hallazgos más sorprendentes se encuentren los experimentos de Libet (2004), que ya en la década de los años 70 permitieron constatar que nuestro cerebro toma las decisiones unos milisegundos (en realidad, entre medio segundo y 1 segundo) antes de que seamos conscientes. Es decir, el cerebro primero se pone en marcha a la hora de realizar un acto voluntario y, medio segundo después, creemos estar tomando esa decisión. De manera similar, la percepción también va con retraso, ya que cada vez que somos conscientes de algo en realidad ocurrió más de medio segundo antes. La consciencia parece ser el depositario final de procesos que realiza el cerebro, tanto cuando realiza acciones como cuando percibe el mundo. A la consciencia llega todo ya trabajado previamente. Lo muestran los experimentos realizados con pacientes a los que se les ha seccionado el cuerpo caloso y, por tanto, se les ha separado ambos hemisferios cerebrales. Cada hemisferio funciona inde-

pendientemente del otro, pero parece ser que es el izquierdo el que posee el lenguaje y en el que la consciencia se manifiesta más claramente. A tal efecto, cuando el hemisferio derecho realiza alguna acción, el individuo (el hemisferio izquierdo) normalmente no sabe las razones por las que el hemisferio derecho la ha llevado a cabo. A pesar de ello, el hemisferio izquierdo improvisa una justificación para la acción del otro hemisferio, y considera que dicha justificación es veraz, aun cuando el experimentador sabe que actuó por otros motivos (Gazzaniga, 2008).

### **Influencias más que sutiles**

Esta forma de ser de nuestro cerebro, alejada de los tópicos del cerebro como órgano altamente inteligente y eficaz, ya hace años que es conocida, si bien intuitivamente, por el mundo de la publicidad. Hace décadas surgió la publicidad subliminal, donde el espectador no sería consciente de determinados estímulos o mensajes presentes en la imagen publicitaria, pero que estarían situados con el único fin de llegar de manera inconsciente al cerebro del consumidor y moverle a la acción. Así, la palabra "sexo" apenas o difícilmente visible (de forma consciente, no así para el cerebro) podía verse en la publicidad de diversos artículos, al igual que imágenes obscenas o relacionadas con el sexo. Este tipo de publicidad no está permitido desde hace años.

El mundo de la publicidad no iba mal encaminado. Por un lado, querían influir en las decisiones del consumidor llegando a los procesos inconscientes de su cerebro que, como hemos visto, son en definitiva quienes toman las decisiones. Por otro,

utilizaban estímulos con una fuerte carga emocional (el sexo). Y es que, efectivamente, la neurociencia más actual nos permite corroborar que las estructuras cerebrales encargadas de tomar decisiones se solapan en gran medida con las estructuras cerebrales encargadas de las emociones (Damasio, 2010). Pero aún falta un ingrediente más; un ingrediente que, curiosamente, también lleva años siendo explotado por parte del mundo publicitario como modo de influir en las decisiones del consumidor: lo extremadamente sensible al mundo social que es nuestro cerebro.

De hecho, si los circuitos cerebrales para tomar decisiones y los encargados de las emociones se solapan en gran medida, con estos también se solapa el cerebro social. Es como si el cerebro humano estuviera preparado primariamente, por selección natural, para tomar decisiones sociales utilizando, en gran medida, las emociones. Otro tipo de decisiones, no sociales o más abstractas, podrían derivarse de los mecanismos que, en primer lugar, surgieron con un fin estrictamente social. Se puede decir que el cerebro humano es, por definición, un cerebro social. Se constata así que nuestro cerebro es una máquina especializada en procesar información social, información sobre "los otros". Y la información más valiosa a detectar es el estado o contenido mental de los otros, sus emociones y, sobre todo, sus intenciones. Nos daremos cuenta, en el repaso que viene a continuación, que lo que mejor hace nuestro cerebro es entender (o intentar entender) el contenido mental de los otros.

Precisamente, una de las adaptaciones más llamativas de nuestra especie es la de

las expresiones emocionales del rostro humano. La nuestra es una especie con una alta variabilidad entre individuos en cuanto a sus rasgos faciales, pues es el rasgo individual distintivo por excelencia. Consta nuestra cara, además, de 42 músculos, y la mayoría de ellos tiene la única finalidad de expresar emociones. Nuestro cerebro está tan preparado para analizar la información facial de los demás, como modo de penetrar en sus mentes, que incluso en presentaciones sumamente breves, de apenas 40 milésimas de segundo o menos (existen ejemplos con apenas 16 milisegundos), somos perfectamente capaces de detectar la expresión emocional de un rostro. Es más, son numerosos los estudios que demuestran que sin que ni siquiera los sujetos de experimentación sean conscientes de haber visto un rostro humano con determinada expresión emocional, esos mismos sujetos presentan activaciones cerebrales similares a como si ellos mismos estuvieran experimentando esa emoción (Whalen *et al.*, 1998). Tal es la eficacia del sistema cognitivo humano, y tan alejada está esa eficacia de aquello de lo que finalmente es consciente el individuo. Es más, en estos experimentos el sujeto siente "algo", algo que además (como veremos) le condiciona en su propio comportamiento. Pero ni sabe qué es, ni mucho menos por qué. Los ejemplos de especializaciones de nuestro cerebro para captar el contenido de la mente de los otros a través de sus rostros son numerosísimos; seguiremos enumerando algunos más.

La mayoría de los músculos faciales no se pueden mover voluntariamente. Podemos poner una sonrisa "falsa" con la boca, pero no podremos engañar a los demás,

porque las sonrisas falsas son normalmente detectables gracias a que algunos músculos que circundan los ojos se contraen involuntariamente en una sonrisa verdadera, pero no en una falsa. Para un observador, una sonrisa es diferente de la otra, pero no sabría decir por qué (Ekman, 2004). Una de las adaptaciones más peculiares de nuestra especie es la presencia de una esclerótica ocular blanca (el blanco de los ojos). Ningún primate posee este rasgo cuyo único objetivo, parece ser, es el de que los demás sepan a dónde miramos y, por tanto, cuáles son nuestras intenciones y objetivos. Las expresiones emocionales también afectan a la configuración del blanco de los ojos. Por ejemplo, una cara de miedo se acompaña generalmente de una configuración particular del blanco de los ojos muy peculiar. Pues bien, de nuevo nos encontraremos que presentaciones muy breves (de unos 17 milisegundos) del blanco de los ojos con una configuración emocional concreta (miedo, alegría, etc.) son detectables –inconscientemente– por los sujetos de experimentación, que activarían áreas de su cerebro relacionadas con dichas emociones (Wahlen *et al.*, 2004). Un fenómeno parecido ocurre con el tamaño de la pupila. La pupila reacciona a las emociones que sentimos, de forma que, por regla general, cuando algo nos agrada solemos dilatar las pupilas (por inervación del sistema nervioso parasimpático) y lo contrario es cierto (por inervación del simpático) ante estímulos desagradables. El cerebro humano es capaz de captar estas sutilezas en los demás inconscientemente y reaccionar activando los circuitos cerebrales correspondientes (Demos *et al.*, 2008).

Todo este sistema para detectar eficazmente las emociones de los demás a partir de la información de sus rostros se completa con el hecho de que nuestros propios músculos faciales también reaccionan contrayéndose de manera apropiada a las emociones que vemos expresar a los demás (Dimberg *et al.*, 2000). Este mecanismo sirve para detectar con más eficacia aún el contenido de las mentes de los otros, y se ha constatado que cuando algo impide mover nuestros propios músculos faciales se nos pone más difícil entender las emociones de los demás e incluso entender textos escritos que describan dichas emociones, como ocurre a las personas que han sufrido una intervención con Botox® (Havas *et al.*, 2010). Rizando aún más el rizo en este sistema interactivo de nuestro cerebro social, cuando nuestro rostro simula determinadas emociones, las sentimos en mayor o menor grado y esto influye en nuestra conducta. Sonreír forzosamente, incluso con el simple hecho de sujetar un lápiz con los dientes horizontalmente, es suficiente como para que demos menos importancia a nuestros propios errores, como ocurre cuando realmente estamos contentos (Wiswede *et al.*, 2009).

## Razones para el consumo

Todos estos factores, dada su trascendencia y relevancia, no podían ser ajenos a la conducta de consumo en el ser humano. Existen diversos ejemplos de cómo las caras de los demás influyen en nuestro comportamiento, generalmente por su influencia sobre nuestros propios sentimientos y, por ende, sobre nuestra conducta posterior. Los ejemplos que hemos citado antes apoyan este punto de vista.

Evidencias empíricas directas de estos efectos no abundan en la literatura, pero existen. Uno de los más llamativos a este respecto es la investigación de Winkielman y colaboradores (2005), en la que se demuestra que la cantidad de agua que ingerimos varía tremendamente en función no ya de la sed que sentimos, sino de si hemos visto un rostro con cara de enfado o con cara de alegría. Resultó muy llamativo observar cómo en situaciones en las que tenemos mucha sed la cantidad de agua ingerida es, sin embargo, muy poca si unos segundos antes hemos visto un rostro de enfado, siendo el efecto el contrario (más congruente con nuestro verdadero estado fisiológico u homeostático) en caso de haber observado un rostro alegre. Lo más notable del experimento de Winkielman y colaboradores es que los sujetos en ningún momento fueron conscientes de haber visto esos rostros. Estos datos dan fe no solo de la eficacia de nuestro cerebro (que no de nuestra consciencia) para detectar las expresiones emocionales de los demás, sino de cómo ese mecanismo determina en última instancia nuestras decisiones, en este caso respecto a la conducta de ingesta.

Una vez más, aunque la evidencia científica directa de la influencia del rostro humano sobre nuestro comportamiento, sobre nuestras decisiones (que tienen una base mayoritariamente inconsciente), sea escasa, la intuición en este sentido del mundo de la publicidad parece ser muy evidente. Podemos constatar que, lejos ya del uso de la estimulación subliminal con contenido sexual, se hace tremendamente habitual observar publicidad de todo tipo de productos utilizando el rostro humano como principal referente. Bancos, compa-

ñías aéreas, alimentos, bebidas y un larguísimo etcétera acompañan su publicidad de un llamativo y normalmente sonriente rostro humano con la intención, explícita o implícita, de llegar a esos circuitos cerebrales inconscientes del ser humano que se encargan de procesar emociones y relaciones sociales y de tomar decisiones. No son datos informativos, no nos dicen fehacientemente si el producto posee esta o aquella característica, ni cuál es su precio, ni si realmente es lo que necesitamos. Pero los rostros de las personas acompañan abundantemente a la publicidad, porque sin duda influyen en las decisiones del consumidor.

El campo, desde el punto de vista científico, tiene aún mucho camino por recorrer. Para terminar, me gustaría mencionar una variante de esta forma de ser de nuestro cerebro que quizá no haya sido aún del todo explotada por el mundo publicitario. Como demuestran algunos experimentos (p. ej.: Becchio *et al.*, 2008), cuando vemos a una persona moverse, nuestro cerebro imita sus movimientos como si fueran propios, llegando al extremo de reproducir esos movimientos incluso cuando solo son una intención, manifestada por la dirección de la mirada del otro. Dado el caso, sería posible pensar que los movimientos de los demás también pueden influir en nuestra conducta y, concretamente, en nuestro consumo. El estudio de Ineichen y colaboradores (2009) apunta claramente en este sentido. Después de observar durante unos minutos un vídeo en el que un deportista mueve unas pesas frente al observador, si el movimiento es horizontal (básicamente, acercando y alejando las pesas respecto al observador) el consumo de líquidos posteriormente es notablemente superior que si

el deportista levanta las pesas verticalmente. Este sería solo un ejemplo de que efectivamente, el movimiento de los otros también influye de manera importante en las decisiones que tomamos respecto a nuestro consumo. Como podemos ver, algunos de los motivos ocultos del consumidor se van descubriendo por parte de la neurociencia. Lo curioso es que la mayoría de todos estos motivos no parecen dejarnos en muy buen lugar. Así es el ser humano, un ser que no necesariamente destacaría por ser tan supremamente inteligente y racional como siempre hemos querido creer.

### **Bibliografía recomendada**

Becchio C, Bertone C, Castiello U. How the gaze of others influences object processing. *Trends in Cognitive Science* 2008; 12:254-8.

Damasio A. *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Destino, 2010.

Demos KE, Kelley WM, Ryan SL, et al. Human amygdala sensitivity to the pupil size of others. *Cerebral Cortex* 2008; 18:2.729-34.

Dimberg U, Thunberg M, Elmehed K. Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science* 2000; 11:86-9.

Ekman P. *¿Qué dice ese gesto?* Barcelona: RBA, 2004.

Gazzaniga M. *Human: The Science Behind What Makes Us Unique*. New York: Ecco, 2008.

Havas DA, Glenberg AM, Gutowski CA, et al. Cosmetic use of Botulinum Toxin-A affects processing of emotional language. *Psychological Science* 2010; 21:895-900.

Ineichen S, Florack A, Genschow O. The influence of observed body movements on consumer behavior. *Advances in Consumer Research* 2009; 36:997-8.

Libet B. *Mind time: the temporal factor in consciousness*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 2004.

Whalen PJ, Kagan J, Cook RG, et al. Human amygdala responsivity to masked fearful eye whites. *Science* 2004; 306:2.061.

Whalen PJ, Rauch SL, Etcoff NL, et al. Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *Journal of Neuroscience* 1998; 18:411-8.

Winkielman P, Berridge KC, Wilbarger JL. Unconscious Affective Reactions to Masked Happy Versus Angry Faces Influence Consumption Behavior and Judgments of Value. *Personality and Social Psychology Bulletin* 2005; 31:121-35.

Wiswede D, Münte TF, Krämer UM, et al. Embodied Emotion Modulates Neural Signature of Performance Monitoring. *PLoS ONE* 2009; 4(6):e5754. doi:10.1371/journal.pone.0005754.

# Regulación neural del hambre y la sed

Dra. María del Pilar Casado Martínez

## Resumen

Las conductas de ingesta pueden ser explicadas en términos de balance energético. A pesar de las variaciones que, tanto ingesta como actividad física, pueden experimentar, nuestro cuerpo es capaz de igualar ambas variables con precisión para mantener constante el peso corporal. Es lo que se conoce como control homeostático, el cual es ejercido fundamentalmente por núcleos hipotalámicos, los cuales reciben señales periféricas para que, desde el sistema nervioso central (SNC), se restablezca el equilibrio en los casos en los que los valores homeostáticos sufran modificaciones.

Sin embargo, este modelo económico, que implica la existencia de un equilibrio entre el aporte y el gasto, no es suficiente para explicar todos los fenómenos asociados a la conducta de ingesta. Este balance energético está influido por diversas variables ya que, por ejemplo, el aporte de nutrientes se ve afectado por otros factores no relacionados con el control homeostático, como las señales ambientales presentes antes, durante y después de la ingesta, los factores culturales o los denominados factores cefálicos (vista, aroma, textura, etc.) del alimento, por mencionar algunos de los más importantes.

## Introducción

No debería resultar sorprendente que millones de años de evolución hayan dotado

a nuestro organismo de complejos mecanismos biológicos y múltiples sistemas de apoyo dedicados a producir un medio interno estable. Todas las condiciones necesarias para un funcionamiento celular óptimo, como la temperatura corporal, el equilibrio hídrico, el almacenamiento de grasas y nutrientes, el pH, etc., han de estar cuidadosamente reguladas, y en cada uno de estos procesos el sistema nervioso está íntimamente implicado.

El estado de equilibrio dinámico en los seres vivos se llama homeostasis, y se consigue por medio de mecanismos de autorregulación. La respuesta a un aumento o descenso en la cantidad de alguna sustancia en el cuerpo es característica de todos los sistemas homeostáticos. Las conductas de ingesta constituyen los mecanismos por los cuales los mamíferos han conseguido el control homeostático, ya que en sí mismos constituyen mecanismos rectificadores que reponen las reservas de agua y/o nutrientes.

## Control neural de la ingesta de líquidos

Alrededor de dos tercios del agua corporal se encuentra en el interior de las células y constituye el líquido intracelular, y el tercio restante que forma el compartimento extracelular lo constituyen el líquido intersticial, el fluido en el que están bañadas las células, el plasma sanguíneo o líquido intravascular, y el líquido cefalorraquídeo.

De estos, tanto el líquido intracelular como el intravascular, han de mantenerse en límites muy precisos, por lo que se han desarrollado dos tipos de mecanismos compensatorios cuando sus niveles sufren alguna variación que, a su vez, hacen que la conducta de bebida se encuentre regulada.

En primer lugar, un aumento en la concentración de solutos del líquido extracelular desencadena la denominada sed osmótica. Este mecanismo depende de la existencia de neuronas altamente especializadas, denominadas osmorreceptores, que responden a cambios en la osmolaridad del líquido intersticial. Estas neuronas responden a los cambios en su propio contenido de agua resultantes a su vez de cambios en la osmolaridad del líquido intersticial. Están localizadas en el órgano vasculoso de la lámina terminal.

En segundo lugar, el mecanismo responsable de la sed volémica, la cual se produce cuando disminuye el volumen de plasma, depende en parte de la acción de la angiotensina sobre el órgano subfornical diencefálico.

Además, la disminución del volumen de plasma estimula barorreceptores auriculares cuya actividad desencadena también la conducta de bebida, gracias a la estimulación en último término del núcleo preóptico mediano.

## Control neural de la ingesta de alimentos

Recientes investigaciones han demostrado que la ingesta de alimentos depende de numerosos factores fisiológicos u homeostáticos (distensión del estómago, presencia de hormonas neuronales e intesti-

nales, presencia de glucosa y otros combustibles en la sangre, etc.), pero también de factores ambientales, tales como los horarios de las comidas y la apariencia de los alimentos.

Mediante el proceso digestivo, transformamos las proteínas en aminoácidos, los glúcidos en monosacáridos (glucosa) y las grasas en ácidos grasos y glicerol. El sistema digestivo lleva a cabo unos procesos u otros según la cantidad de comida que contiene.

Cuando contiene comida se produce la *fase de absorción*. En esta fase, se activa el sistema parasimpático y el páncreas genera insulina, necesaria para que las células del organismo puedan utilizar la glucosa. El duodeno se encarga de pasar los nutrientes a la sangre, utilizando la glucosa, las grasas y los aminoácidos como fuente de energía para el organismo. La glucosa se almacena como reserva a corto plazo y su exceso se almacena en el hígado, en forma de glucógeno, mientras que las grasas se almacenan como reserva a largo plazo en forma de triglicéridos (tejido adiposo).

Por otro lado, cuando el sistema digestivo no contiene comida, se produce la *fase de ayuno*. Al pasar un tiempo sin comer, el cuerpo comienza a consumir sus reservas para conseguir la energía que necesita. En este caso, se activa el sistema simpático, que hace que el páncreas genere glucagón. Esta sustancia descompone el glucógeno en glucosa y los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol.

Este balance, entre absorción y ayuno está mediado por la conducta de ingesta, la cual a su vez, puede estar regulada por factores homeostáticos y no homeostáticos:

- Entre los no homeostáticos se encuentran factores sociales y ambientales, como la hora de comer y la compañía que tenemos, factores hedónicos, como una comida que nos gusta (motivación incentiva), y factores de aprendizaje y condicionamiento.
- Los factores homeostáticos pueden ser a corto plazo, como las señales producidas por el nivel de nutrientes y hormonas y las señales anticipatorias, y también pueden ser a largo plazo, como las señales producidas por el tejido adiposo, sobre todo, leptina e insulina.

Los sistemas fisiológicos a corto plazo regulan la frecuencia y la cantidad de comida que ingerimos en un día. Mediante las señales del sistema gastrointestinal recibimos información sobre nuestros niveles de nutrientes, glucosa, lípidos y aminoácidos. Para ello, cuando los detectores hepáticos captan niveles bajos de nutrientes, transmiten la información al área postrema del tronco del encéfalo mediante el nervio vago.

En el tronco del encéfalo se activan núcleos, como por ejemplo el del tracto solitario, que pueden ser saciados específicamente, lo cual estimula una dieta variada. Finalmente, esta información llega al hipotálamo.

Otro sistema a corto plazo son las señales anticipatorias de la saciedad, divididas en factores cefálicos, gástricos, intestinales y hepáticos. Los factores cefálicos se refieren a las señales que provienen de los receptores sensoriales, como la vista, el tacto, el gusto y el olfato. Los factores gástricos se refieren a la distensión estomacal. Cuando esta se produce, los receptores musculares activan el nervio vago,

que transmite la información a los receptores de nutrientes del cerebro y permiten distinguir los valores calóricos. Los factores intestinales hacen referencia a dos hormonas que se liberan durante el proceso, la colecistoquinina (CCK) y el péptido YY (PYY), ambas hormonas de la saciedad. La CCK se libera durante la ingesta y la detiene, parece actuar periféricamente y causa la contracción de la vesícula biliar para inyectar bilis en el duodeno. El PYY se sintetiza en el colon e inhibe la ingesta durante 12 horas. Los factores hepáticos hacen referencia a las señales enviadas al encéfalo mediante el nervio vago, que prolongan la saciedad iniciada por las señales del estómago y el duodeno.

Por último, mientras que la CCK y el PYY son hormonas sintetizadas en los intestinos para detener la ingesta, el estómago sintetiza la hormona grelina para elicitarla, la cual aumenta 1 o 2 horas antes de comenzar a comer, incrementa la cantidad de comida que ingerimos, y disminuye inmediatamente después de haber consumido la comida. Unos niveles extremadamente altos de esta hormona pueden producir obesidad.

Los sistemas fisiológicos a largo plazo se encargan de mantener el peso corporal durante meses y años. El tejido adiposo y el páncreas generan las hormonas leptina e insulina, respectivamente. Ambas son saciadoras del hambre y aumentan el metabolismo. Los niveles en sangre varían según la cantidad de grasa corporal. Controlan la ingesta de calorías modulando los mecanismos cerebrales implicados en el hambre. Son capaces de atravesar la barrera hematoencefálica y tienen receptores en el hipotálamo.

A nivel del SNC, las sustancias que regulan el hambre y el metabolismo actúan en el tronco del encéfalo, el hipotálamo y otros centros cerebrales superiores.

Los descubrimientos realizados durante las décadas de los años 40 y 50 llevaron a formular la teoría denominada de los dos centros para el control de la ingesta de alimento. De acuerdo con esta teoría, los centros nerviosos que controlan el hambre y la saciedad se hallan en el hipotálamo. Concretamente, el denominado centro del hambre, que estimula la ingesta de comida, se encuentra en el hipotálamo lateral (HL), mientras que el centro de la saciedad, que inhibe la ingesta, se encuentra en el hipotálamo ventromedial (HVM). Las lesiones del HVM inducen a que el animal coma en exceso y se vuelva obeso, y, a la inversa, las lesiones del HL dan lugar a que el animal muestre afagia y adipsia, es decir, deje de comer y beber.

Estas teorías están en desuso y hoy en día se admite que el papel fundamental del hipotálamo es la regulación del metabolismo energético y no de la alimentación.

La información que proviene de la lengua, los órganos internos, los mecanorreceptores y los niveles de glucosa se procesa en el tronco del encéfalo, concretamente en el área postrema (AP) y el núcleo del tracto solitario (NTS). Desde aquí, la información se dirige a diversos núcleos hipotalámicos.

El núcleo arqueado tiene receptores para la leptina y la insulina, que producen las señales periféricas a largo plazo que modulan la conducta de ingesta. El hipotálamo lateral controla la conducta de ingesta, mientras que el núcleo paraventricular controla

los procesos vegetativos y endocrinos relacionados con el metabolismo.

Cuando el núcleo arqueado genera el neuropéptido Y (NPY) y la proteína relacionada con el péptido agouti (AgRP), estas activan el hipotálamo lateral, que produce hipocretinas y hormonas concentradoras de melanina (MCH). Ambas sustancias favorecen la conducta de ingesta, a la vez que disminuyen el metabolismo mediante conexiones con el núcleo paraventricular. Por otro lado, cuando el núcleo arqueado produce pro-opiomelanocortina (POMC) y el péptido de transcripción regulada por amfetamina y cocaína (CART), inhibe el hipotálamo lateral. De esta manera, reduce la conducta de ingesta y aumenta el metabolismo, de manera inversa al proceso anterior.

Diferentes anomalías relacionadas con la leptina ocasionan trastornos de la conducta de ingesta y el metabolismo. Por ejemplo, la mutación del gen *Ob*, productor de leptina (proteína *OB*), y los defectos en el gen que codifica los receptores de leptina (*ObR*), que producen insensibilidad a la leptina. Sin embargo, por sí solas son insuficientes para explicar y tratar la obesidad en humanos. Parece que el papel principal de la leptina podría ser proteger al organismo contra la pérdida de peso en periodos de privación, y no contra el aumento de peso en periodos de abundancia.

## **Alostasis vs. homeostasis**

El término *alostasis* significa permanecer estable durante el cambio y constituye una extensión del concepto de *homeostasis*. Representa el proceso de adaptación de sistemas fisiológicos complejos a desa-

fíos o amenazas físicas, psicológicas y ambientales.

En la homeostasis, el equilibrio interno del organismo se mantiene relativamente estable a través de la regulación homeostática. Sin embargo, muchas respuestas fisiológicas, como las hormonas, la temperatura y la presión arterial, siempre varían en respuesta a los desafíos percibidos.

Así, la alostasis es un proceso de regulación activo que evalúa continuamente las necesidades fisiológicas adaptándose a ellas. Por lo tanto, tiene en cuenta las variaciones normales en un sistema biológico dinámico y se diferencia de la homeostasis porque destaca el proceso de adaptación flexible a los cambios ambientales o a los desafíos estresantes.

En la homeostasis actúan mecanismos para mantener la invariabilidad del sistema, mientras que en la alostasis la variación es una condición favorable para poder adaptarse a los cambios y mantener la integridad del organismo.

El eje neuroendocrino hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA) está constituido principalmente por tres niveles: uno hipotalámico, uno hipofisario y otro adrenal, el cual media la respuesta neuroendocrina a estados alostáticos, es decir, a situaciones donde se modifica el estado homeostático.

En estas situaciones, los glucocorticoides, producto final en la activación del eje HHA, producen sobre el metabolismo ge-

neral diversas acciones, similares a las que se produce en la respuesta de estrés.

Tanto el cortisol como la adrenalina pueden afectar a diferentes tejidos del cuerpo, tales como los vasos sanguíneos, contribuyendo a vías que propician la enfermedad coronaria y los ataques cardíacos; también influyen en el sistema inmunológico de manera que, si permanece continuamente activo, se suprime su función. Y, por supuesto, en el metabolismo de las grasas, lo que finalmente desemboca en la obesidad.

### Bibliografía recomendada

Berthoud HR. Metabolic and hedonic drives in the neural control of appetite: who is the boss? *Current Opinion in Neurobiology* (in press) 2011.

Brobeck JR, Larsson S, Reyes E. A study of the electrical activity of the hypothalamic feeding mechanism. *The Journal of Physiology* 1956; 32:358-64.

McEwen BS. Stress, adaptation, and disease. Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1998; 840:33-44.

Schwartz MW, Woods SC, Seeley RJ, et al. Central nervous system control of food intake. *Nature* 2000; 404:661-71.

Stricker EM. Thirst. In: *Handbook of Behavioral Neurobiology*, volume 14, Food and Fluid Intake, edited by Stricker, E.M., and Woods, S.C. New York: Kluwer Academic/Plenum, 2004; 505-43.

Wilson C, Nomikos GG, Collu M, et al. Dopaminergic correlates of motivated behavior: importance of drive. *The Journal of Neuroscience* 1995; 15(7):5.169-78.



# Trastornos de la conducta alimentaria

Dr. Vicente Molina Rodríguez

## Resumen

Los trastornos de la conducta alimentaria son alteraciones centradas en la mala regulación de la ingesta y la autoimagen, que adoptan distintas presentaciones clínicas dependiendo de las personas que los padecen. Aunque puede haber un cierto incremento en su incidencia en épocas recientes (en las últimas décadas), los documentos históricos permiten afirmar que sus formas básicas han estado presentes a lo largo de la historia de modo muy similar. Su gravedad se relaciona con la disfunción personal y familiar que acarrearán, con graves interferencias en todas las áreas vitales, así como con las potencialmente letales alteraciones físicas que se asocian. De hecho, entre un 7 y un 15% de las personas que padecen anorexia nerviosa fallecen al cabo de 30 años, según los estudios, lo que es una cifra muy alta por la baja edad de presentación del cuadro. La importancia de los trastornos de este tipo se acrecienta por el frecuente uso perjudicial de sustancias que, relacionado o no con el deseo de perder peso, afecta a las pacientes que los sufren.

## Conceptos

Los trastornos de la conducta alimentaria se agrupan en la actualidad en torno a dos grandes ejes, caracterizados por el predominio respectivo de la anorexia (restricción de la ingesta para conseguir una

pérdida de peso) o de la bulimia (episodios de dramático aumento de la ingesta en un lapso temporal muy breve, seguidos de conductas compensatorias). Aunque estos son los síntomas fundamentales, es cierto que en muchas pacientes ambos tipos de síntomas pueden estar presentes a lo largo del tiempo o simultáneamente.

Por otro lado, para conformar un cuadro que requiera atención clínica, los síntomas de la anorexia y la bulimia deben estar acompañados de otros problemas que condicionan la gravedad de los mismos. Es este conjunto de síntomas, más o menos completo, el que justifica el diagnóstico de anorexia y bulimia nerviosas, en los que el foco del trastorno está en la alteración primaria de la conducta alimentaria.

Así, en el caso de la anorexia, la conducta encaminada a perder peso debe persistir cuando el peso está por debajo de lo normal para la edad y la talla de la paciente. En la actualidad, se acepta que este límite está en el 85% del índice de masa corporal (el resultado de dividir el peso entre la talla elevada al cuadrado) mínimo normal para la paciente. Además, las personas con anorexia muestran un intenso y excesivo miedo a ganar peso, que condiciona su comportamiento alimentario, así como una, a todas luces, excesiva preocupación por la comida. Con frecuencia, además, tienen una imagen corporal distorsionada, de tal manera que se perciben obesas pese a estar objetivamente ema-

ciadas y, por tanto, mantienen su restricción alimentaria.

Los síntomas antedichos conforman los criterios diagnósticos actuales para la anorexia nerviosa, junto con la aparición de amenorrea en las pacientes que ya habían pasado por la menarquia. Este es, no obstante, un criterio que empieza a ponerse en duda en las revisiones de las clasificaciones de las enfermedades mentales que se están elaborando en la actualidad.

En el caso de la bulimia, el diagnóstico, según los criterios actuales, se basa en la presencia de repetidos episodios de "atacones" alimenticios vividos con sensación de pérdida de control (y consiguiente sensación disfórica de culpa), que van seguidos de conductas compensatorias, con frecuencia, dramáticas. Entre estas conductas suelen encontrarse la autoprovocación de vómitos que, como se expone más adelante, puede causar graves complicaciones a la paciente por su reiteración. Para ser diagnosticada como tal, la paciente bulímica no debe presentar tales síntomas exclusivamente en el contexto de una anorexia, ya que, como se ha comentado ya, ambos perfiles pueden coexistir. Finalmente, en el plano conceptual es importante señalar que para que estas alteraciones de la conducta conformen realmente un trastorno de la conducta alimentaria deben ser primarias, es decir, no aparecer meramente como síntomas de otro proceso que las justifique. Así, una persona que sufra una grave depresión puede mostrar una gran restricción alimenticia por la pérdida de apetito que acompaña a la depresión. O una persona convencida de modo delirante de que puede estar siendo envenenada puede evitar la ingesta. Una persona con una es-

quizofrenia o un trastorno bipolar con grave desorganización de su conducta puede hipotéticamente presentar episodios de aumento de la ingesta de apariencia bulímica. En todos estos casos (entre otras posibilidades), la alteración de la conducta alimentaria será secundaria y, por tanto, el diagnóstico no será de anorexia ni de bulimia nerviosas, lo que tiene importantes implicaciones terapéuticas.

## Presentación clínica

La anorexia y la bulimia tienen otros signos y síntomas acompañantes. Dependiendo de las pacientes, algunos o varios pueden estar presentes, generalmente aumentando la gravedad a medida que lo hacen su número y severidad.

## Anorexia

En el caso de la anorexia, son frecuentes pero no ubicuas las conductas purgativas, es decir, la autoprovocación de vómitos o el uso de sustancias que facilitan la pérdida de peso, como diuréticos o laxantes. También es frecuente que se utilicen sustancias químicas (fármacos o no) supresoras del apetito. Con el mismo objetivo, no pocas pacientes se entregan a esfuerzos físicos frenéticos. Ninguna de estas conductas es necesaria para el diagnóstico de anorexia nerviosa.

Las pacientes con anorexia tienden a disminuir la ingesta de todos los nutrientes, lo que acarrea graves alteraciones somáticas. Pueden, sin embargo, ser algo selectivas en la restricción, en la que suele predominar la de carbohidratos y grasas. Su apetito, en contra de lo que se suele pensar, no está disminuido, sino en estados bastante avanzados de la enfer-

medad (posiblemente en esos estados disminuyen secundariamente las alteraciones endocrinológicas consecutivas a la desnutrición). Su convicción de padecer sobrepeso, pese a todas las evidencias en contra, les conduce a constantes comprobaciones (frente al espejo, en la báscula...) que no logran convencerles de que el proceso de perder más peso será perjudicial. Esto lleva a la idea de que por lo menos muchas de esas pacientes padecen algún tipo de trastorno en la percepción del esquema corporal que les dificulta una adecuada valoración de su estado nutricional.

En el caso de las pacientes que muestran el subtipo purgativo de la anorexia nerviosa, la restricción de la ingesta se acompaña de una conducta hiperactiva (con o sin realización de ejercicio físico reglado, generalmente también excesivo). Algunas, aunque no todas las personas con anorexia, muestran rasgos llamativos en su personalidad, como un gran perfeccionismo en las tareas que acometen, que puede llegar a interferir con su rendimiento. Pueden mostrar un pensamiento dicotómico, del estilo todo o nada, en particular en lo relativo a la ingesta y a su imagen corporal, pero que puede generalizarse a otros terrenos. Su ajuste emocional y, en particular, sexual puede ser bastante pobre para su edad y no es infrecuente un marcado retraso en la maduración de las relaciones personales.

### **Bulimia**

La bulimia nerviosa puede caracterizarse por episodios de acelerada ingesta ("atracones") de grandes cantidades de comida, generalmente muy calórica (dulces, por ejemplo). A veces, este tipo de conductas se desencadena por primera vez

tras la realización de una dieta. La vivencia de descontrol que provocan se puede tratar de compensar mediante la utilización de distintas estrategias purgativas, como la provocación mecánica de vómito o el uso de laxantes. El miedo a no poder dejar de sufrir los atracones puede condicionar una conducta de restricción dietética muy similar a la puramente anoréxica. En este contexto, es frecuente que la paciente, que suele mostrar un cierto sobrepeso (de en torno al 10%), muestre unas marcadas fluctuaciones del mismo.

Por otro lado, en la bulimia nerviosa son frecuentes los rasgos de descontrol afectivo y conductual en áreas no directamente relacionadas con la comida, como en el consumo de sustancias perjudiciales. Pueden igualmente ser personas con rasgos de gran inestabilidad emocional y conductual proclives, por ejemplo, a reaccionar de modo descontrolado ante pequeñas contrariedades.

### **Complicaciones**

Tanto la bulimia como la anorexia nerviosas pueden acarrear graves complicaciones físicas y mentales. Las más frecuentes son las derivadas de la desnutrición y de las conductas purgativas.

Cualquier sistema corporal se ve afectado por la severa desnutrición a que se conducen algunas pacientes con anorexia. Son, por tanto, posibles muchos tipos de complicaciones físicas, entre las que pueden destacarse la debilidad general, acompañada a veces de letargia, la leucopenia (o disminución de células blancas de la sangre, que implica inmunodepresión), la anemia por falta de hierro o vitamina B<sub>12</sub>, la osteoporosis, las alteraciones en el ritmo cardíaco

debidas a desequilibrios electrolíticos y, en estados avanzados, la caquexia o desnutrición extrema, que puede acarrear la muerte. La desnutrición tiene importantes repercusiones psíquicas, por su efecto directo sobre el cerebro. Entre ellas, cabe destacar la depresión, así como un trastorno de las capacidades cognitivas en general leve. Ambos problemas son difíciles de distinguir de los correspondientes trastornos mentales primarios, pero pueden ser reversibles con una adecuada nutrición. Este punto es muy importante, pues tanto la depresión como el trastorno cognitivo leve pueden llevar aparejado un trastorno secundario en la alimentación (por falta de apetito, por ejemplo, en la depresión) y, además, pueden interferir en la aceptación o el cumplimiento del tratamiento del problema primario (anorexia o bulimia nerviosas).

Otras complicaciones frecuentes en los trastornos de la conducta alimentaria son las asociadas a la autoprovocación de vómitos o la adopción de estrategias purgativas. Pueden aparecer lesiones en los dedos, leves pero que señalan la frecuencia del vómito autoprovocado. Los dientes pueden erosionarse por el paso de contenido gástrico ácido con el vómito. Asimismo, son posibles las intoxicaciones por sustancias usadas para ese fin, y las consecuencias del desequilibrio electrolítico debido a la reiterada pérdida de cloro con el vómito. El uso de diuréticos puede conducir a esos mismos trastornos, a veces más graves aun y de más riesgo somático.

## Comorbilidad

Denominamos comorbilidad a la presentación en la misma persona de modo más

o menos simultáneo de dos o más condiciones patológicas. Esta es una situación muy frecuente en toda la patología mental, dado que los diagnósticos se siguen haciendo en función de la presentación de signos y síntomas que, hasta cierto punto, se comparten entre distintos diagnósticos.

En el caso de la anorexia son muy frecuentes la depresión (en torno al 70% de las pacientes la muestra en algún momento) y los trastornos de ansiedad (dos tercios). Por otro lado, también es frecuente que las pacientes con anorexia nerviosa reúnan los criterios para recibir el diagnóstico de diferentes trastornos de la personalidad. Denominamos así a patrones persistentes y desadaptativos de afecto, pensamiento y conducta. En la anorexia de predominio restrictivo son más frecuentes las personalidades con predominio de la evitación social, y en las que presentan más conductas purgativas, los trastornos de personalidad con marcadas alteraciones en el control de la conducta y las emociones.

En la bulimia, por su parte, son también frecuentes estas últimas alteraciones de la personalidad (que se presentan en torno a la mitad de las pacientes de modo sostenido). Muchas veces, por la inestabilidad conductual y emocional que llevan aparejadas, encontramos en estas pacientes abuso de sustancias tóxicas y un patrón caótico de relaciones interpersonales.

## Epidemiología

La mayor parte de los datos disponibles apoya la impresión de que los trastornos de la conducta alimentaria están aumentando su incidencia en el mundo occi-

dental, sobre todo en las sociedades urbanas. Las cifras de incidencia (nuevos casos por año) están en torno a 8 por 100.000 personas, aunque hay datos que muestran que pueden haber pasado de 3 a 17 por 100.000 en Escocia.

La prevalencia de la anorexia a lo largo de la vida está en nuestro entorno entre un 0,2 y un 3%, dependiendo de lo estrictos que sean los criterios, lo que subraya la quizá excesiva amplitud de las posibilidades diagnósticas. En el caso de la bulimia, la incidencia es más desconocida, pudiendo estar en torno a 11 por 100.000, y su prevalencia en torno al 1% de las adolescentes y las mujeres jóvenes. Se piensa que las formas incompletas de bulimia pueden estar presentes entre un 5 y un 10% de las mujeres jóvenes. La proporción de mujeres a hombres en la anorexia está alrededor de 20 a 1, aunque puede estar produciéndose un aumento de la tasa entre los varones.

Otro hecho epidemiológico interesante es que los trastornos de la conducta alimentaria son infrecuentes en la población de los países no occidentales, y que esas tasas pueden aumentar en la población emigrada, sobre todo en las siguientes generaciones. Algunos datos mostraban un predominio de la anorexia en clases sociales altas, un dato que ahora no se sostiene.

## Etiología

Las causas de los trastornos de la conducta alimentaria son desconocidas y, realmente, solo podemos hablar de teorías, basadas en hechos asociados con frecuencia a tales trastornos.

En primer lugar, el posible aumento de la incidencia se propone asociado a factores socioculturales, como la importancia de

la delgadez como factor de atractivo y de éxito/competencia profesional.

Se invocan además factores psicológicos de dos tipos: psicodinámicos y cognitivos. Entre los psicodinámicos se mencionan en la literatura la evitación fóbica de la comida en respuesta a conflictos relacionados con el inicio de la pubertad, una deficiente independización subjetiva y fantasías de relación con padre pasivo y culpa respecto a la "agresión" a la madre. En el terreno cognitivo se habla de un posible trastorno de la imagen corporal (negación de la delgadez/emaciación), un sentimiento de ineffectividad general causado por experiencias tempranas o una reacción a las demandas de mayor actividad y autonomía en adolescencia.

Es frecuente encontrar, tanto en la literatura como en la práctica clínica, atribuciones causales a las relaciones familiares. Sin embargo, es muy importante distinguir la interacción entre el trastorno per se y la comunicación familiar, que sin duda se ve distorsionada por la presencia de una adolescente con las características tan disruptivas de una anorexia o una bulimia nerviosa. Aun así, los estudios controlados sobre el tema muestran que entre las familias con relaciones más hostiles y caóticas son más frecuentes los casos de bulimia, y que en las familias con un patrón de comunicación ambivalente y con poca claridad en los mensajes pueden serlo los casos de anorexia.

En las décadas recientes se está tratando de clarificar hasta qué punto los factores genéticos y biológicos juegan un papel en la causa de estos trastornos que, probablemente, serán un predisponente más que puramente causal. Sí parece existir un

rol de la variación genética, ya que la coincidencia del trastorno es mucho mayor entre gemelos monocigóticos (que comparten el 100% del ADN) que entre dicigóticos (que solo comparten el 50%). Sobre la base genética, que se traduce en la variación biológica individual, puede ser donde los efectos ambientales ejercen su fracción causal.

Los rasgos biológicos alterados en la anorexia son difíciles de clarificar, por el efecto de la desnutrición. No obstante, parece claro que en algunas pacientes la amenorrea aparece antes que la pérdida de peso, lo que lleva a pensar en deficiencias hormonales primarias. Se ha propuesto igualmente la ineficacia (primaria o secundaria a la desnutrición) del neuropéptido Y, una secreción hormonal clave en la regulación del apetito. Por su parte, en la bulimia hay más evidencias de una alteración en la regulación serotoninérgica central, que sería común a otros problemas en los que hay descontrol afectivo y de la conducta. Se ha encontrado, por ejemplo, una mayor frecuencia de atracones en relación a niveles bajos en líquido cefalorraquídeo de 5-hidroxi-indol-acético, un metabolito de la serotonina. Esta disregulación parece importante para explicar por qué muchas de estas pacientes mejoran con el tratamiento con fármacos inhibidores de la recaptación de serotonina, que aumentan la disponibilidad de este neurotransmisor en la sinapsis.

### Curso y pronóstico

El inicio de la anorexia suele centrarse en la adolescencia, entre los 14 y los 18 años. Al cabo de 10 años, en torno a un 25%

de las pacientes están totalmente recuperadas, un 50% muy mejoradas y persiste el problema en un 25%. La mortalidad de la anorexia está en torno al 7%, siendo la desnutrición y la alta incidencia de suicidio sus principales causas. Son signos de mal pronóstico en la anorexia una edad tardía de inicio, el subtipo purgativo y las hospitalizaciones previas.

La bulimia suele debutar algo más tarde, en torno a los 18-20 años. Su mortalidad está en el rango 0-3%; a los 10 años, la tasa de recuperación total está en el 50%, con un 20% de cronicidad. En este caso, el mal pronóstico lo confiere un trastorno de personalidad coexistente.

El riesgo de suicidio es alto en la anorexia. De acuerdo a un reciente metaanálisis sobre el tema, que incluye 16.342 casos de anorexia nerviosa y 1.768 con bulimia seguidos durante 11 años, la tasa de suicidio en los primeros está en 1/66, mientras que en la bulimia está en 1/442 (Pretiet *et al.*, 2011). En cuanto al uso perjudicial de sustancias, otro metaanálisis reciente reveló que el aumento del consumo de sustancias era mucho más elevado en la bulimia, no habiendo diferencias entre la anorexia nerviosa y la población general a este respecto.

### Tratamiento

El tratamiento de los trastornos de la conducta alimentaria debe incluir al menos los siguientes aspectos relevantes:

- Nutricional.
- Psicoterapéutico.
- Farmacoterapia.
- Comorbilidad.

El entorno en que se lleve a cabo dependerá de la gravedad de inanición y de la psicopatología acompañante, pudiendo tener lugar en régimen de hospitalización completa, hospital de día o ambulatorio, tendiéndose a llevarlo a cabo siempre que sea posible en el medio más cercano a la paciente y su familia para no interferir en las actividades académicas y las relaciones personales, pero siempre estableciendo como prioridad la seguridad de la paciente. Así, en el caso de un peso por debajo del 80% del límite inferior de la normalidad, o en el de una depresión psicótica o un intento suicida serio se considera como primera opción la hospitalización completa de duración limitada, que puede ir seguida de una hospitalización a tiempo parcial o un régimen ambulatorio, dependiendo de los casos.

Las principales medidas terapéuticas que se llevan a cabo en la anorexia incluyen la restauración del estado nutricional, la educación sobre la ingesta, la psicoterapia y la farmacoterapia de las condiciones comórbidas, como la depresión. En cuanto a las técnicas psicoterapéuticas, las más empleadas son las de estilo cognitivo-conductual, con identificación de patrones cognitivos distorsionados y el establecimiento de vínculos entre emociones y actos. Hay otras modalidades, pero no existe una demostración clara de superioridad para ninguna de ellas (Hartmann *et al.*, 2011). Una reciente revisión no encontró eficacia global de las intervenciones de terapia familiar en este tipo de problemas, tras valorar los datos de 13 estudios.

En el caso de la bulimia son eficaces las intervenciones cognitivo-conductuales, orientadas a la interrupción del ciclo atracón/purga/dieta, mediante la intervención en las cogniciones disfuncionales (peso, comida, autoconcepto, imagen corporal). El tratamiento con fármacos antidepresivos del tipo de los inhibidores de la recaptación de serotonina es eficaz en muchos casos.

## Bibliografía recomendada

Calero Elvira A, et al. Meta-analysis on drugs in people with eating disorders. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Calero-Elvira%20A%22%5bAuthor%5d>; Eur Eat Disord Rev, Jul 2009; 17(4):243-59.

Fisher CA, et al. Family therapy for anorexia nervosa. Cochrane Database Syst Rev, Apr 2010; 14:(4).

Hartmann, et al. Psychological treatment for anorexia nervosa: a meta-analysis of standardized mean change. Psychother Psychosom 2011; 80(4):216-26.

Morgan JF. Review: psychological treatment is as effective as antidepressants for bulimia nervosa, but a combination is best. Evid Based Ment Health 2002; 5:74-5.

Pretiet, et al. Comprehensive meta-analysis of the risk of suicide in eating disorders. Acta Psychiatr Scand, Jul 2011; 124(1):6-17.

Sadock BJ, Sadock VA. Trastornos de la conducta alimentaria. En Sadock BJ, Sadock VA (eds), Sinopsis de Psiquiatría. Madrid: Waverly Hispánica, 2004; 816-35.

Toro J, Castro J. Trastornos del comportamiento alimentario. En Vallejo J, Leal C (eds.), Tratado de Psiquiatría. Barcelona: Ars Medica, 2005; 1.522-37.



# Alimentación y sus trastornos a lo largo de la evolución humana

**Dra. Núria Español Armengol**

La historia de la alimentación del hombre es la de su cultura. En un principio, comer respondía a la llamada de los sentidos y era una cuestión de supervivencia. Posteriormente, la complejidad y elaboración del fenómeno ha dado lugar a un papel de la alimentación con muchos e importantes significados en nuestra especie. Los animales no cocinan, es este acto exclusivamente humano y así cada sociedad y cultura elige, según sus preferencias y disponibilidad, la forma de elaborar los alimentos.

La conducta alimentaria es vehículo para iniciar y mantener relaciones interpersonales comunitarias, para demostrar la naturaleza y extensión del poder, la riqueza y las características de las relaciones sociales. Markey describe, en 2004, la actuación de la cultura sobre tres pilares: conducta alimentaria, imagen corporal ideal y percepciones de salud y enfermedad. Estas tres áreas actuarían, a su vez, como factores de vulnerabilidad para el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria (TCA). La familia es un importante mecanismo de aprendizaje de lecciones culturales, incluidas las relativas a la conducta alimentaria. La transmisión de patrones alimentarios (incluidas las preferencias alimentarias y prácticas restrictivas) es intergeneracional.

El ser humano se apropia del cuerpo y la representación de este para construirse una identidad individual, social y étnica.

De esta forma, la apariencia corporal es transformada a través de vestimentas y adornos que comunican mensajes acerca de pertenencia a un grupo, el estatus que se mantiene en él y el rol desarrollado. Los niños aprenden lo que, en su contexto sociocultural, es considerado como cuerpo atractivo en la infancia temprana (preescolar). El desarrollo del ideal de imagen corporal se produce en la familia, con especial influencia de los padres. Por otro lado, los valores y las creencias culturales se reflejan en los medios de comunicación y en la gran industria, que difunden en la sociedad occidental actual un énfasis en la delgadez como pilar en el atractivo físico y un temor y rechazo generalizado al sobrepeso y a la obesidad, mediante mensajes con un lenguaje pseudocientífico engañoso.

En nuestra sociedad, el cuerpo delgado, tubular, juvenil y de formas andróginas se ha convertido en el símbolo de un ideal de mujer (“independiente, agresiva, ambiciosa, elegante y perfecta”). El siglo xx ha sido denominado el siglo de la delgadez. La mitificación del cuerpo delgado es producto del cambio cultural fraguado tras la Primera Guerra Mundial y establecido a partir de los años 60.

En nuestra sociedad se han difundido muchas ideas erróneas en torno al peso y la salud, fundamentalmente concretadas en la creencia de que “la grasa es una sus-

tancia superflua cuya acumulación, aunque sea mínima, está directamente relacionada con el riesgo cardiovascular". Así, la cultura occidental constituye un marco de vulnerabilidad para el desarrollo de los trastornos de la conducta alimentaria, con especial fragilidad en mujeres (mayor presión en el ideal de imagen corporal delgado, cambios biológicos de la pubertad, el proceso de maduración psíquica y la integración social) y sus miembros más jóvenes, con menor capacidad de conocimiento crítico del entorno. Sin embargo, la creciente globalización mundial que anula viejas tradiciones, promueve la extensión de la importancia de la apariencia y del ideal de delgadez. Se objetiva, en los últimos años, un aumento del riesgo de desarrollo de TCA en mujeres de minorías étnicas que residen en Occidente y en mujeres pertenecientes a culturas no occidentales.

## Historia de los trastornos de la conducta alimentaria (TCA)

### Anorexia nerviosa

Históricamente, comer en cantidad suficiente ha sido un privilegio de pocos. El sobrepeso ha significado poder económico, político y social, y se ha interpretado como señal de salud.

En el pasado, la alimentación escasa se relacionaba con la pobreza. Sin embargo, existen descripciones históricas de restricciones alimentarias voluntarias de carácter religioso y penitencial (primeros cristianos y místicos) en huida de la parte material o corpórea y búsqueda de una esfera más espiritual. Es el famoso caso de Catalina de Siena (1347-1380), quien a los 7 años refirió su primera visión divina y comenzó

el rechazo de comida. Desde la adolescencia practicó ayunos rigurosos seguidos de grandes atracones y se provocó vómitos y otras purgas mediante hierbas. Catalina de Siena falleció a los 33 años de edad, tras el Cisma de Occidente, cuando dejó de alimentarse totalmente.

Más adelante, documentos del siglo xvii ofrecen descripciones minuciosas de casos de inanición provocada por rechazo de los alimentos, como los relatados por el inglés Richard Morton (1689) en *Phthisiologia, seu Exercitaciones de Phthisis*. Entre 1873 y 1874, Gull en Londres y Lassègue de París recogen de forma completa cuadros anoréxicos. Son los primeros autores en emplear el término anorexia. Ambos consideraron la histeria como causa del trastorno y así la denominaron: anorexia histórica según Lassègue, y aepsia histórica inicialmente Gull. De forma simultánea y sin mantener contacto, ambos científicos definieron el cuadro de forma similar (y muy parecido al trastorno que observamos en nuestros días), y otorgaron gran importancia a las tensiones familiares en la etiopatogenia (inicialmente, Gull se inclinó por una etiología orgánica, pero abandonó esta hipótesis rápidamente por un origen psicológico).

En el siglo xx y desde los años 60, se multiplican los trabajos científicos sobre anorexia nerviosa. Las líneas terapéuticas se diversifican a lo largo del pasado siglo y, en la actualidad, la visión del trastorno es más pragmática y heterodoxa. Consideramos que en su génesis y desarrollo influyen una serie de factores concatenados, biológicos, psíquicos y sociales. Se plantean, pues, modelos etiopatogénicos multideterminados y estrategias terapéuticas multidisciplinarias.

## Bulimia nerviosa

El concepto de bulimia nerviosa es más tardío. Inicialmente, fue considerada un síntoma y después un síndrome. Hacia 1978-1979 se conceptualizó como una enfermedad independiente. Sin embargo, los excesos con la comida son tan antiguos que se pierden en el tiempo. En la bulimia nerviosa se dan aspectos bien diferenciados: la ingestión incontrolada y las dietas restrictivas, el rechazo a ganar peso y las conductas de purga.

Respecto a las ingestiones incontroladas, existen diversas referencias históricas. Algunas del siglo XVII podrían presentar similitud con la bulimia nerviosa actual. Las más antiguas se recogen en el *Physical Dictionary de Blanckaart* de 1708 y en el *Diccionario Médico* de Quincy de 1726. En 1743, el *Diccionario Médico* de la ciudad de Londres describe el cuadro denominado "*True Boulimus*", caracterizado por preocupación por la comida, ingestiones voraces en periodos cortos de tiempo seguidas de desmayos, y la variante llamada "*Caninus appetitus*", en la que el vómito sigue al atracón. Fue Russell, en 1979, quien definió el cuadro característico (habla de "orgía alimentaria") y lo contempló como una variante de la anorexia. En la descripción del cuadro se ha pasado evolutivamente a denominarlo como "hiperfagia con vómitos", "bulimarexia" y, finalmente, bulimia y bulimia nerviosa.

## Concepto de anorexia nerviosa

La anorexia nerviosa es el trastorno de la conducta alimentaria que se caracteriza por un deseo intenso en pesar cada vez menos, un miedo atroz a la gordura-obesidad y un peculiar trastorno del esquema

corporal, que condiciona una percepción más voluminosa de la real. El método empleado para lograr la pérdida de peso es una fuerte restricción alimentaria, el ejercicio físico intenso y/o las conductas de purga en forma de vómitos, uso de laxantes o de diuréticos. Afecta mayoritariamente a mujeres prepúberes o adolescentes, y, en menor medida, a niños, mujeres adultas y a varones jóvenes. El inicio insidioso de la enfermedad, asociado a lo común en la sociedad occidental de la pretensión de pérdida de peso, provoca que la detección del trastorno muchas veces no se produzca de forma precoz y que, en el momento del diagnóstico, algunas estructuras familiares, necesarias para la recuperación, en muchas ocasiones ya estén dañadas.

## Concepto de bulimia nerviosa

Por su carácter de enfermedad relativamente nueva, los criterios para el diagnóstico han variado en los últimos años. La enfermedad se caracteriza por atracones alimentarios recurrentes. En estos suelen sucederse varias fases: 1) anticipación y planificación, 2) ansiedad y premura por comenzar, 3) consumo rápido y descontrolado de alimentos, 4) sensación de alivio y relax, 5) desaliento, 6) vergüenza y culpa, 7) malestar físico (fatiga, náuseas, cefalea, dolor abdominal). Los vómitos se siguen en el 85-90% de los casos de medidas purgativas, fundamentalmente mediante el vómito autoprovocado.

Los pacientes bulímicos suelen tener más conciencia de enfermedad que los pacientes anoréxicos. La conciencia de anomalía suele favorecer la ocultación de los síntomas y demorar el diagnóstico (asociado a que el peso acostumbra a mante-

nerse en límites normales). A lo largo de la enfermedad anoréxica, alrededor de la mitad de las pacientes desarrollan conductas bulímicas. Si la bulimia siempre aparece como una variante de la anorexia o puede ser independiente, resulta aún motivo de discusión científica.

## Otros trastornos de la conducta alimentaria

Son mayoritarios los trastornos de la conducta alimentaria que no cumplen todos los criterios para el diagnóstico de anorexia o bulimia nerviosas. Este conjunto de cuadros se ha denominado de forma global trastornos de la conducta alimentaria no especificados. En el grupo de los trastornos de la conducta alimentaria no especificados, algunos cuadros han adquirido una entidad práctica propia, como el trastorno por atracón, la vigorexia (o dismorfia muscular) y la ortorexia.

### Trastorno por atracón

Puede considerarse una forma incompleta de bulimia nerviosa. Se trata de un cuadro de atracones alimentarios recurrentes, pero sin conductas compensatorias o purgativas. Su prevalencia es mayor en población obesa.

### Vigorexia

El concepto de vigorexia es relativamente reciente. Fue descrita en 1993 por Pope. Se trata de una alteración de la imagen corporal que lleva a la persona que la sufre a creerse físicamente más débil y delgada de lo que objetivamente es. El vigoréxico muestra una preocupación excesiva hacia el cuerpo, lo que le conduce a la búsqueda de la ganancia de peso y volumen sin au-

mentar grasa, pudiendo llegar a alcanzar una musculatura excesiva y deformante. El paciente pasa muchas horas realizando ejercicio, con abandono de sus obligaciones y repercusión biopsicosocial. El culturismo es un deporte de riesgo para el desarrollo del trastorno. La enfermedad puede considerarse un trastorno de la imagen corporal y una adicción al ejercicio físico. Se ha descrito comorbilidad con el abuso de anabolizantes. Predomina en los hombres, aunque, en los últimos años, está aumentando en mujeres. Puede estar infravalorada e infradiagnosticada porque, quienes la padecen, no consideran su hábito inadecuado y no solicitan atención médica.

### Ortorexia nerviosa

El bombardeo informativo en Europa acerca de la supuesta "alimentación sana", los temores relacionados con los alimentos y el movimiento de defensa de la alimentación orgánica han añadido dificultad a las decisiones de los ciudadanos en torno a la alimentación. La sociedad occidental establece, cada vez más, una relación neurótica con la alimentación.

El término ortorexia fue acuñado por Bratman en 1997. El trastorno pertenece al espectro de los cuadros obsesivo-compulsivos y se caracteriza por la obsesión de alimentarse de comida considerada saludable por la persona. La preocupación no es, por lo tanto, sobre la cantidad de comida ingerida (como en la anorexia nerviosa), sino sobre su supuesta "calidad". A menudo, el afectado evita alimentos que considera insanos, como los que contienen grasas, conservantes o productos animales. Tiende a considerar, de forma extremadamente dicotómica, "artifi-

ciales" a los alimentos que se producen en la industria y "saludables" a los de producción biológica.

El ortorético, ya sea en busca de una cura para un trastorno específico, o simplemente excediéndose en su preocupación por llevar una alimentación sana, desarrolla sus propias reglas alimentarias, cada vez más específicas. Dedicar cada vez más tiempo a resolver cómo cumplir el régimen dietético autoimpuesto y se ve obligado a planear sus comidas con varios días de antelación. Cumplir adecuadamente su régimen dietético aumenta y refuerza su autoestima, y transgredirlo supone un intenso sentimiento de culpa o de corrupción (compensando posteriormente la transgresión con dietas más estrictas o abstinencia de ingestión). Tiende al aislamiento social en todo lo que se relaciona con la alimentación y, si no puede evitar comer fuera de su hogar, puede llevarse su propia comida, por miedo a ingerir alimentos con grasas, sustancias químicas u otros ingredientes. La malnutrición es frecuente en este grupo, pudiendo alcanzar incluso el riesgo vital.

### **Epidemiología de los trastornos de la conducta alimentaria**

La población joven de Europa, Canadá y Estados Unidos tiende a homogeneizarse, con similar formación escolar, iguales intereses culturales y con las necesidades básicas cubiertas. Este hecho ha supuesto un aumento de la población de riesgo para los trastornos de la conducta alimentaria. Gran parte de la población occidental "sana", especialmente la femenina, tiene actitudes anormales frente a la alimentación y mantiene una excesiva

credibilidad a ciertos mensajes sobre peso, moda, dieta o figura.

La edad de comienzo de los trastornos alimentarios suele pertenecer a la adolescencia o juventud, aunque algunos casos excepcionales se presentan más allá de los 40 años o en la infancia. La anorexia nerviosa suele desencadenarse en torno a la pubertad, durante la adolescencia y al inicio de la juventud (muy raramente antes de los 9 años o más allá de los 25). La bulimia comienza por regla general más tardíamente, alrededor de los 18 a 20 años, a lo cual contribuye el hecho de que un buen número de casos de bulimia se da en pacientes que han padecido previamente anorexia.

Los trastornos de la conducta alimentaria tienden a cronificarse y este factor aumenta la prevalencia en la población general. Los estudios epidemiológicos tienden a mostrar cifras discordantes de prevalencia debido a la falta de uniformidad en cuanto a las condiciones del estudio y los criterios para inclusión de casos en las muestras. Se ha presentado una prevalencia vital de anorexia nerviosa entre mujeres del 0,5 al 3,7%, y de la bulimia del 1,1 al 4,2%. Desde los primeros trabajos publicados, se ha afirmado que particularmente la anorexia nerviosa es más frecuente en estratos socioculturales medios-altos y altos. En estudios más recientes, se encuentra una extensión de su representación en todas las clases sociales.

Los TCA afectan especialmente al género femenino, sin embargo, desde el principio, en la descripción de estas enfermedades, se recogió la presencia de delgadez auto-provocada en varones. En la literatura, la relación de géneros (varón/mujer) para la

anorexia nerviosa oscila entre el 1/8 a 1/20. Pero, en la práctica, estas cifras se suponen mucho mayores, puesto que la preocupación de los varones por un modelo estético corporal muy radicalizado hacia la musculación y el aspecto juvenil les convierte también en una población en riesgo para los TCA, especialmente para las formas tipo vigorexia. Los trastornos de la conducta alimentaria en varones son, en la actualidad, un problema latente que, muy probablemente, se pondrá de manifiesto en un futuro próximo.

## Etiotopatogenia

La vulnerabilidad, desarrollo y mantenimiento de los trastornos de la conducta alimentaria es de tipo biopsicosocial.

### Aspectos biológicos

Diversos estudios implican a hipotálamo, sistema límbico, neurotransmisores (serotonina, noradrenalina, dopamina), metabolismo y aspectos genéticos (existen subgrupos de anoréxicas que presentan anomalías genéticas) en la vulnerabilidad para desarrollar un trastorno de la conducta alimentaria. Existen dudas acerca de si algunas anomalías son atribuibles a disfunciones previas al trastorno o son consecuencia de este y la malnutrición establecida.

### Aspectos psíquicos

Son esenciales los aspectos psíquicos propios de la adolescencia. Se trata de una etapa marcada por tensiones, conflictos y cambios. Durante la misma, se comienza a asumir el papel de adulto. El adolescente aprende a tomar decisiones, afrontar riesgos y abandonar la depen-

dencia paterna. En este contexto, el natural desarrollo físico con incremento de peso y talla, así como la aparición de los caracteres sexuales secundarios, provocan un cambio marcado en la figura corporal que puede favorecer una preocupación por la evolución de su cuerpo y un deseo de "mejorarlo". La presión mediática insiste en que es posible moldear a voluntad el cuerpo, por lo que el adolescente (que dispone de menor conciencia crítica y mayor credibilidad frente a los mensajes de los medios de masas) puede considerar que "vale poco si no lo hace".

Por otro lado, en la personalidad de los pacientes con trastorno de la conducta alimentaria pueden encontrarse rasgos poco específicos de inmadurez, hipersensibilidad, impulsividad, baja tolerancia a la frustración, inseguridad, baja autoestima o tendencias obsesivo-compulsivas. Los pacientes bulímicos, en comparación con los anoréxicos, tienden a ser más extrovertidos y a presentar dificultades en el control de impulsos, con tendencia al abuso de alcohol y drogas, trastornos afectivos e intentos autolíticos. Previamente al inicio del trastorno bulímico pueden haberse descrito problemas por inestabilidad afectiva, ansiedad manifiesta y dificultades interpersonales. Hay autores que relacionan el inicio del TCA con determinados acontecimientos vitales estresantes sufridos por los pacientes: historia de abuso sexual, abandono del domicilio paterno, estancia en el extranjero y/o sentimientos de pérdida, duelo, ruptura de una relación sentimental u otros.

### Aspectos familiares

Diversos estudios exponen que la expresión última de los diversos trastornos ali-

mentarios depende sobre todo de influencias y experiencias de aprendizaje del ambiente familiar. Se han presentado disfunciones familiares en los pacientes con TCA caracterizadas por la conflictividad, la desorganización, la crítica, la menor cohesión y la incapacidad para establecer relaciones de mutua ayuda.

En bulimia nerviosa se pueden asociar alteraciones psicopatológicas en figuras parentales, como trastornos afectivos, abuso de sustancias y violencia. También se ha objetivado mayor incidencia de hábitos dietéticos incorrectos, obesidad, y presencia de alteraciones de la percepción de la imagen corporal en figura materna. En cualquier caso, se postula a la familia como factor que puede estar involucrado en la génesis, el mantenimiento, así como la mediatización y complicación de la evolución de la enfermedad. Por ello, los trastornos de la conducta alimentaria en la familia son un problema de grupo. Muchos modelos terapéuticos presentan al paciente afecto de trastorno de la alimentación como el síntoma de una familia enferma en su conjunto, por lo que consideran preciso un tratamiento global.

### Aspectos socioculturales

Nuestra sociedad impone valores de los que participan la mayoría de sus individuos. La presión de estos valores sobre el individuo afecta de forma más intensa en los miembros más frágiles y estos pueden enfermar. El ideal estético femenino occidental de nuestro tiempo resulta difícil de alcanzar, por su condición antinatural. La belleza en la mujer, a menudo, se ha identificado con delgadez extrema, distribución andrógina de caderas y hombros (en las que apenas se marcan las diferencias entre

perímetro pectoral y pélvico). Este modelo corporal aparece continuamente en los medios de comunicación que presentan una asociación entre esta imagen corporal y los conceptos de éxito, triunfo y valía personal. Al tiempo, la sociedad tiende a rechazar a los obesos. Se ha establecido una lucha, inicialmente médica y después generalizada, contra los factores de riesgo cardiovascular, entre los que se encuentran el sobrepeso y la obesidad, desarrollándose el creciente mercado e industria del adelgazamiento (alimentos dietéticos, gimnasios...) que ha "cosificado" al cuerpo femenino. Josep Toro describe nuestro contexto actual como "cultura de la delgadez", marcada por una extendida "lipofobia" (miedo atroz a la grasa).

El principal factor sociocultural de los trastornos de la conducta alimentaria es la dieta, cuya realización de forma prolongada y estricta constituye el principal factor de riesgo para el desarrollo de un trastorno de la alimentación. Por otro lado, la actividad física en general y el deporte en particular constituyen actividades y fenómenos profunda y extensamente instaurados en nuestra sociedad occidental actual. Las prácticas que hoy denominamos deportivas están arraigadas de forma íntima en la historia de la humanidad (luchas, torneos, olimpiadas griegas), pero no fue hasta finales del siglo XIX cuando se estableció el actual concepto de deporte. Evidentemente, la actividad física es sumamente recomendable; practicada con regularidad y moderación, en cualquier época del desarrollo, produce ventajas físicas y psíquicas. Sin embargo, también existen riesgos de la práctica deportiva, tales como la dependencia de esta. Por otro lado, el abuso de actividad física

puede reducir las actividades sociales, generar alto nivel de ansiedad por la demarcación de unos objetivos muy elevados (p. ej., en deportistas de élite), máxime esto en niños y adolescentes, que pueden ver trasladadas las expectativas deportivas desde otros (entrenadores, padres...). La práctica de ejercicio físico, sobre todo en mujeres, supone un factor de riesgo para el desarrollo de preocupación por el peso y la alimentación. El riesgo para el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria aumenta cuando se entremezclan el ejercicio físico y la presión a favor de un cuerpo delgado. Por otro lado, se han realizado estudios animales en los que se ha hallado relación con la práctica de ejercicio físico desmedido, observando que cuando la actividad física se hace excesiva hay una tendencia tanto en humanos como en no humanos a reducir la ingestión alimentaria. También se ha descrito el caso contrario, se ha observado incremento de la movilidad física y activación general en poblaciones que sufren hambruna. Que la escasez de alimentos produzca incremento de actividad parece un efecto ilógico. Una hipótesis etológica del comportamiento supone la manifestación de un dictado genético dirigido a cambiar de territorio en casos de escasez alimentaria con tal de asegurar la supervivencia.

### **Sospecha de trastorno de la conducta alimentaria**

La mayoría de adolescentes mujeres están preocupadas por su apariencia física, que incluye factores como la vestimenta, la ornamentación de la figura, y también la imagen corporal, su peso, su alimentación, su actividad física. Es esta una forma de

relación e integración en el grupo de iguales y de tipo social casi siempre normativa y propia del periodo de crecimiento que supone la adolescencia y juventud. Resulta peligroso el desarrollo de una actitud de suspicacia y vigilancia o, incluso, acusatoria por parte de los adultos hacia adolescentes sanas preocupadas por cuestiones habituales en su cohorte. Sin embargo, cuando la preocupación relativa al cuerpo y al peso alcanza naturaleza obsesiva, deviene una prioridad sobre el resto de áreas (personales, familiares, sociales, académicas..) que, aunque antes fueron preferentes, quedan ahora relegadas en la escala de intereses y se desarrollan conductas consecuentes que ponen en peligro la salud física y psíquica; entonces estamos en un estado patológico y la actuación es necesaria.

Ante la sospecha, en la familia o en cualquier ámbito comunitario, del padecimiento de un trastorno de la conducta alimentaria en un adolescente o joven, la actitud adecuada y eficiente es la demostración de interés y cercanía. Facilitar que el posible afectado verbalice su estado de ánimo, su ansiedad y su dificultad alimentaria, la mayor parte de las veces de forma muy tangencial e indirecta (en el caso de que sea capaz de abordar esta área en concreto en su medio habitual). Las posturas moralizantes, las acusaciones, las suspicacias, los juicios de valor, las traiciones o las verdades a medias son altamente perjudiciales y juegan un papel paradójico en el sentido de mantener y agravar el trastorno alimentario. Estas actitudes suelen acompañar al desarrollo de una pérdida de confianza en el entorno y un incremento en los sentimientos de so-

edad, incompreensión, aislamiento, irritabilidad y bajo estado de ánimo.

## Tratamiento de los trastornos de la conducta alimentaria

La patología de la conducta alimentaria requiere de un manejo cuidadoso y experto. Dado que se trata de una enfermedad mental, el tratamiento debe ser coordinado desde los Servicios de Salud Mental, y el equipo médico psiquiátrico constituye el eje del plan terapéutico. Múltiples profesionales trabajan en el tratamiento de estos trastornos: médicos psiquiatras, psicólogos clínicos, enfermeros, médicos especialistas en nutrición clínica, médicos pediatras, médicos de Atención Primaria, terapeutas ocupacionales, trabajadores sociales, dietistas, en ocasiones ginecólogos, médicos especialistas en medicina interna, médicos digestólogos, médicos intensivistas, odontólogos, etc. Es fundamental, para la atención terapéutica eficaz, el abordaje interdisciplinar, con la constitución de vías de comunicación entre profesionales, trabajo en equipo y puesta en común de valoraciones, exploraciones e impresiones para el diseño de un plan terapéutico individualizado para cada paciente.

## Los trastornos de la conducta alimentaria tienen cura

La anorexia nerviosa puede tratarse de forma eficaz. Ciertamente, no todos los casos evolucionan bien. Es preciso para mejorar el pronóstico, un diagnóstico precoz y trabajar la motivación de paciente y familia hacia una capacidad de crítica de la enfermedad y el cambio hacia conductas saludables. De la misma forma, la bulimia nerviosa puede curarse. El pro-

ceso terapéutico suele ser largo y complejo. Es preciso el aprendizaje del paciente y su familia en el enfrentamiento de recaídas (que son periodos esperables en cualquier proceso de cambio), pero la evolución es satisfactoria en un importante número de pacientes.

En el tratamiento de los trastornos de la conducta alimentaria es importante priorizar las áreas a tratar con tal de no comprometer la seguridad del paciente. Es necesario intervenir primero sobre la normalización biológica y las conductas de riesgo y, cumplidos estos aspectos, trabajar sobre las cogniciones distorsionadas, la autoestima, los afectos, la dinámica familiar alterada y la afectación funcional y social.

En el área de Burgos se dispone de un buen circuito asistencial dirigido a los trastornos de la conducta alimentaria. Ante la sospecha diagnóstica, el usuario debe acudir a los equipos de Atención Primaria pediátricos o adultos, donde se realiza el cribado de los casos y se descartan otras patologías. Si el diagnóstico se confirma, el paciente es derivado a los equipos de salud mental de adultos o infanto-juvenil; en estos dispositivos el paciente es evaluado y tratado por profesionales de la red de salud mental. Si el cuadro no evoluciona adecuadamente o reviste alta gravedad, es derivado a la unidad regional de trastornos de la conducta alimentaria (URTA) del Servicio de Psiquiatría del Complejo Asistencial de Burgos. En nuestra unidad disponemos de tres niveles asistenciales: consulta externa, colaboración con el programa de TCA de hospital de día y tratamiento hospitalario. Dado que se trata de una unidad de tipo regional, también ingresan en hospitali-

zación URTA casos de trastornos alimentarios graves y refractarios del resto de Castilla y León. A su vez, la URTA desarrolla actividad científica, divulgadora y de prevención en el campo de los TCA.

## Conclusiones

Los trastornos de la conducta alimentaria son un importante problema sanitario en nuestra cultura y en nuestro tiempo, con importantes repercusiones físicas y psíquicas sobre el individuo y gran afectación en su entorno familiar inmediato y ámbito social. La sociedad occidental ha devenido un contexto favorecedor del padecimiento de estas patologías, dado el rechazo generalizado al sobrepeso y a la obesidad, y la neurotizante tendencia a la búsqueda de la delgadez. El diagnóstico y tratamiento interdisciplinar precoz de estas enfermedades condiciona una buena evolución y el aumento progresivo del porcentaje de población curada, que logra una vida libre del temor irracional a no encajar en un modelo corporal inalcanzable.

## Bibliografía recomendada

De la Serna de Pedro I. La alimentación y sus perversiones. Anorexia, vigorexia, bulimia y obesidad. Edika Med, S.L., 2008.

Español Armengol N, De la Gándara Martín JJ. Trastornos de la conducta alimentaria: una visión transcultural en la postmodernidad. Aceptado para su publicación en Cuadernos de Medicina Psicosomática y Psiquiatría de Enlace.

Español Armengol N, Miján de la Torre A. Trastornos de la conducta alimentaria en la obesidad. Revista Española de Obesidad 2006; 4(6):317-27.

García-Camba E. Avances en trastornos de la conducta alimentaria. Anorexia nerviosa, bulimia nerviosa, obesidad. Barcelona: Masson, 2001.

Markey. Culture and the Development of Eating Disorders: A Tripartite Model Eat Disord 2004; 12:139-56.

Pérez Gaspar M, et al. Prevalence of eating disorders in a representative sample of female adolescents from Navarra (Spain). Med Clin (Barc) 2000; 114:481-6.

Spitzer RL, Devlin M, Walsh BT, et al. Binge eating disorder: a multisite field trial of the diagnostic criteria. Int J Eat Disord 1992; 11:191-203.

Toro J. El cuerpo como delito. Anorexia, bulimia, cultura y sociedad. Barcelona: Ariel, 1996.

# ¿Influye la alimentación en nuestro ritmo de envejecimiento?

**Dra. Celia Carrillo Pérez**

“Vivir, si no para siempre, por lo menos cuanto más”, puede ser considerada una de esas pocas ideas que todos compartimos. JL Borges aseguraba no comprender otra forma de amenazar que no fuera de muerte.

Está claro que son muchos los años que lleva el hombre en busca de la inmortalidad. Los egipcios momificaban a sus muertos al objeto de preservarlos para esa vida que continuarían a su regreso de la divinización. Los dioses olímpicos de la mitología griega, se alimentaban de la ambrosía, el mítico alimento que confería la inmortalidad. El maná sería para los hebreos y cristianos lo que la ambrosía para los griegos. El “elixir de la eterna juventud” o ese gen “que codifique para la inmortalidad” han estado, están y estarán en el plan de trabajo de muchos investigadores. Pero, a pesar de los múltiples intentos, el “protocolo a seguir para la obtención de años” es desconocido en el momento actual y la ausencia de evidencia permite afirmar que la vida tiene su límite programado. Un límite que se conoce como longevidad o ciclo vital y que resulta ser específico para cada especie. Mientras que una rata no vivirá más de 3 años, el hombre, como especie *Homo sapiens*, puede alcanzar los 122. Sin embargo, parece evidente que son pocos los afortunados que logran aproximarse a esa cifra centenaria. De este modo, interesante sería descubrir por qué

tenemos ese límite vital, o si podría llegar a aumentarse, pero de un interés añadido es conseguir encontrar respuesta al hecho tan sorprendente de que unos mueran a los 80, otros a los 60 e incluso haya quien lo haga a edades más tempranas. Es decir, nuestra curiosidad estaría orientada a descubrir por qué las cosas finalmente fallan y por qué lo hacen en unos antes que en otros. Parte de la respuesta podría tenerla el “ritmo de envejecimiento”.

El envejecimiento es la progresiva acumulación de cambios adversos en las células y tejidos a medida que avanza la edad, lo cual aumenta el riesgo de enfermedad y muerte. Para comprender el envejecimiento, es preciso aclarar tres interrogantes: ¿cómo envejecemos?, ¿qué ocurre cuando envejecemos? y ¿por qué envejecemos?

## ¿Cómo envejecemos?

En el momento actual, existen más de 300 teorías orientadas a esclarecer el enigma del cómo. Sin embargo, ninguna de ellas puede ser considerada válida al 100%. Las teorías sobre el envejecimiento se clasifican en dos grandes grupos. El primero de ellos, con una visión determinista, considera al envejecimiento como un proceso predeterminado de forma exclusiva por los genes. Sin embargo, explicar el envejecimiento únicamente con el factor genético no re-

sulta sencillo. El segundo gran bloque de teorías, las teorías estocásticas, consideran al envejecimiento como la consecuencia de alteraciones que ocurren de forma aleatoria y se acumulan a lo largo del tiempo. Así, mantienen la importancia de los genes en el proceso, pero presentan a los factores ambientales como una parte que convive e interactúa con los primeros y, por tanto, condiciona su expresión. Dentro de tales factores ambientales se encuentra la dieta, eje central en el que se basará el presente texto. La teoría de los radicales libres es una de las más aceptadas. Considera al envejecimiento como el resultado de una protección inadecuada frente al daño generado por los radicales libres. El oxígeno es una molécula imprescindible para la obtención de energía a través del metabolismo celular. Sin embargo, y de forma paradójica, como fruto de tal metabolismo aparecen los radicales libres, unas especies químicas de naturaleza muy reactiva, que buscan estabilidad reaccionando con distintas biomoléculas que forman la célula, ocasionando consecuentemente, la pérdida de su función. No obstante, no son dichas especies la fuente del problema como tal, sino el desequilibrio entre ellas y las moléculas encargadas de su neutralización, los antioxidantes. A medida que avanza el envejecimiento, la producción de radicales libres se ve incrementada, lo cual desemboca en el citado desequilibrio. La reflexión inmediata a este planteamiento estaría orientada a esclarecer si un aumento en el segundo lado de la balanza, el que se encuentra ocupado por los antioxidantes, podría ser una estrategia para retrasar ese envejecimiento, y en tal caso,

quizá la dieta se postularía como base de tal estrategia. Los estudios actuales muestran resultados contradictorios. Efectivamente, los antioxidantes alargan la vida media y mejoran la calidad de la misma. Sin embargo, aportados en forma de suplementos aumentan el riesgo de mortalidad (Bjelakovic *et al.*, 2007; Harman, 1972). La conclusión que plasman los expertos en nutrición en forma de recomendaciones se centra en la importancia del consumo de antioxidantes, pero siempre de fuentes naturales.

En definitiva, envejecemos por oxidación, simplemente porque nos oxidamos.

## ¿Qué ocurre cuando envejecemos?

Encontrado el cómo, nos centraremos en el segundo de los interrogantes planteados, ¿qué ocurre cuando envejecemos?

A medida que envejecemos, tienen lugar dos fenómenos paralelos: una declinación fisiológica normal y un aumento en la prevalencia de enfermedad. Fenómenos que, lejos de mostrar independencia, poseen una clara interconexión.

En cuanto a las alteraciones fisiológicas, tendrían mención especial los cambios que se aprecian a nivel de la composición corporal. De forma inherente al proceso de envejecimiento, tiene lugar un aumento porcentual del compartimento grasa y una redistribución del mismo. La grasa tiende a acumularse en la zona abdominal, incrementando el riesgo de diabetes, enfermedad cardiovascular e, incluso, Alzheimer. De forma paralela, se experimenta una disminución de la masa magra, como consecuencia de las modi-

ficaciones que sufren sus componentes. De este modo, existe una pérdida de masa muscular, que podría culminar en sarcopenia si la pérdida fuera excesiva, una disminución de masa ósea, con el consiguiente riesgo de osteoporosis asociado a la edad, y el compartimento de agua corporal se ve igualmente disminuido. Por otro lado, existen muchos otros sistemas que pueden sufrir modificaciones relacionadas con el proceso de envejecimiento, pudiendo destacar el deterioro del sistema inmune, que predispone a un mayor riesgo de infección, o la alteración de distintos procesos a nivel digestivo, como la malabsorción de nutrientes, que ocasiona cuadros de malnutrición severa en el mayor. Fruto de dicha modificación fisiológica, se genera un cambio en los requerimientos de nutrientes. Al objeto de facilitar el cumplimiento de los mismos, se diseñan unas guías alimentarias específicamente orientadas al colectivo mayor, dentro de las cuales se recomienda la actividad física diaria como herramienta fundamental para minimizar la pérdida de masa muscular y ósea. Paralelamente, se insiste en la importancia de una correcta hidratación, y como principal "novedad", se plantea la posibilidad de recurrir a suplementos dietéticos, siempre bajo prescripción médica y de forma personalizada, en caso de existir riesgo de déficit de algún nutriente determinado.

Tal y como se adelantaba anteriormente, en clara sintonía con el proceso de envejecimiento, se observa un aumento en la prevalencia de determinadas enfermedades. Parece evidente que, aunque el envejecimiento no es una enfermedad como tal, los cambios que experimenta

nuestro organismo con el paso del tiempo facilitan padecerla, algo que convierte a este proceso en una de las problemáticas de los países desarrollados. Está claro que cada vez vivimos más. La vida media de la población se ha incrementado drásticamente durante los últimos años. En el año 1900, la esperanza de vida media rondaba los 45 años, cifra que ha llegado a situarse en 80 en el año 2002 y cuyas previsiones están "al alza". Esta tendencia se ve claramente reflejada en la estructura demográfica de nuestra población. Las representaciones realizadas en el año 1900 se encontraban en clara analogía con un icono gráfico en forma de pirámide. Se observaba una elevada natalidad, que ocupaba su base, y un grupo formado por los mayores de 60 años, prácticamente inexistente y limitado a ese espacio físico inapreciable que supone el pico de tal icono. Sin embargo, en el año 2001, y las previsiones hacia el 2016, muestran una clara desviación de la forma de representación habitual. Se continúa denominando "pirámide" al gráfico en cuestión, pero las formas que adquiere actualmente se asemejan más a un barril. La base se ha visto claramente reducida, consecuencia directa del descenso de la natalidad, y aparece un nuevo grupo, correspondiente al colectivo mayor de 60 e incluso 80 años, que ocupa la zona superior, que ya no puede denominarse "pico". España se encuentra entre los países de mayor esperanza de vida media a nivel mundial. Sin embargo, ¿cuál es el valor exacto que hemos conseguido aumentar? ¿Se trata de la edad biológica o de la cronológica? "Cronológicamente llegamos a viejos, pero biológicamente lo hacemos excesivamente envejecidos". Un

índice claramente ilustrativo de la situación por la que atravesamos, es la esperanza de vida libre de enfermedad crónica, que no supera los 31 años, o incluso los 57, en los que se sitúa la esperanza de vida en buena salud. Las predicciones hacia el año 2020 muestran datos alarmantes: una de cada cinco personas tendrá más de 65 años a nivel mundial. Lejos de aparecer solo, este nuevo grupo de población viene acompañado de una elevada prevalencia de enfermedades degenerativas. Tres quintos morirá de enfermedades crónicas y la prevalencia de diabetes se situará en torno al 7%. Cifras que resulta complicado mantener en un futuro, debido a nuestro esquema de trabajo actual.

Todas las personas nacen con una cierta predisposición, de salud o enfermedad, que no se manifiesta hasta las etapas avanzadas de la vida. En el momento actual se emplean biomarcadores en etapas en las que la enfermedad ya se encuentra en progresión y se actúa cuando los síntomas clínicos se manifiestan evidentes. La intervención reactiva, aparte de no ser lo efectiva que debería, requiere una inversión económica excesivamente elevada. Se precisan estrategias adaptadas a prevenir esa caída que experimentamos alrededor de los 40 años y que aceptamos como "propia de la edad". Deberíamos cuestionarnos a este respecto si se podría mantener la plenitud por más tiempo, o lo que es lo mismo, si se podría retrasar el envejecimiento.

Ante el citado planteamiento, la pregunta de partida sería obvia: ¿por qué unos nacen con más riesgo que otros?, o en clara sintonía, ¿por qué envejecemos a distinto ritmo? La primera respuesta se

encuentra en la genética. Analizando el genoma completo de las personas se podrá detectar quiénes están predispuestos a enfermedad. Llegados a este punto, y lejos de rendirse ante el determinismo genético, la nutrigenética se encarga de estudiar la interacción gen-dieta y plantear el patrón dietético que más conviene a aquellos que han sido identificados como potencialmente predispuestos. Diversos estudios concluyen que con el patrón idóneo para cada sujeto no se apreciaría la diferencia entre un obeso potencial y una persona libre de predisposición genética (Corella *et al.*, 2009). Esta dieta adaptada al genotipo de cada individuo es lo que se conoce como "nutrición a la carta", el gran reto hacia el que apuntan las investigaciones actuales.

De este modo, asumiendo que unos nacen con mayor riesgo que otros, el esquema de trabajo ideal se centraría en detectar quiénes son, algo que podría ser abordable mediante el estudio de biomarcadores que informen de los riesgos que existen a temprana edad de desarrollar una patología. Es decir, se trataría de buscar estrategias de actuación en edades tempranas, donde se encuentra esa semilla que germinará a lo largo de la vida y cuyo fruto conoceremos ya en la edad adulta. En definitiva, "prevenir *versus* tratar".

Pero, el hecho de que unos nazcan con mayor riesgo, ¿se trata exclusivamente de una cuestión genética? Evidencias no científicas ya relacionaban la alimentación en edades tempranas con ciertos efectos en el adulto. Así, consideraban el carácter de las nodrizas como un aspecto claramente determinante en la salud del niño. En España, las preferidas eran las gallegas; en EE.UU., las de pelo color castaño.

En los años 80, ya sobre una base científica, el investigador David Barker encuentra una clara asociación estadística entre el peso del niño al nacer y las enfermedades que sufre en las etapas avanzadas de la vida. En concreto, bajo peso al nacer, generalmente relacionado con una malnutrición materna, se asocia con patologías del tipo obesidad, diabetes o hipertensión. Esto se conoce como “el origen fetal de las enfermedades en el adulto”. La razón por la cual una malnutrición fetal predispone a enfermedad en el adulto se explica mediante la “hipótesis del fenotipo ahorrador”. Cuando existe un cambio en el ambiente intrauterino, el feto se adapta para asegurar su supervivencia (programación fetal). El feto desarrollará enfermedad en edades avanzadas si el ambiente nutricional en el que se encuentra el adulto es distinto a aquel para el que fue programado. Este hallazgo se ejemplifica frecuentemente recurriendo al episodio de la hambruna holandesa. Durante la Segunda Guerra Mundial, los holandeses sufrieron 6 meses de bloqueo de alimentos por parte de las tropas alemanas. Estudios llevados a cabo 40 años después ponen de manifiesto cómo los niños que fueron gestados durante la hambruna han desarrollado mayor riesgo de enfermedad crónica en la edad adulta. Además, dependiendo del periodo gestacional en el que se produce la malnutrición, se verá afectado un sistema u otro. Así, embarazadas que sufrieron la hambruna durante el primer trimestre del embarazo dieron a luz niños con un mayor riesgo de obesidad y enfermedad cardiovascular, mientras que aquellas que lo sufrieron durante el segundo y tercer trimestre desarrollaron niños con mayor predisposición a enfermedad respi-

ratoria o intolerancia a la glucosa, respectivamente (Painter *et al.*, 2005).

Cabría cuestionarse la forma en la que se producen estas adaptaciones en el feto, y parte de la explicación la tiene la epigenética. Una modificación tanto a nivel genético como epigenético ocasiona una alteración en la expresión de genes. Sin embargo, mientras que la primera está relacionada con cambios en la secuencia de ADN y tarda miles de años en desarrollarse, las modificaciones a nivel epigenético son metilaciones de ADN que se producen de forma rápida. Parece evidente que la dieta puede ser una fuente de modificación epigenética: la dieta de la madre modifica la información epigenética del niño, determinando así su predisposición a la enfermedad.

Estos estudios han servido para comprender la importancia de la malnutrición materna en la salud del adulto. Sin embargo, en los países industrializados, el 25% de las madres son obesas y más del 40% ganan un peso excesivo durante el embarazo; es decir, hemos superado la malnutrición por defecto y nos encontramos en la era de la malnutrición por exceso. ¿Existirá igualmente una programación fetal ante esta nueva situación?

Las referencias bibliográficas indican que un alto peso al nacer está asociado con un mayor riesgo de desarrollar síndrome metabólico en la edad adulta (Ng *et al.*, 2010). De igual modo, el tipo de dieta de la madre juega un papel destacado, en tanto que una dieta rica en grasa predispone a fenotipo obeso en el niño (Howie *et al.*, 2009). En términos generales, los estudios epidemiológicos encuentran una clara asociación entre malnutrición por ex-

ceso en el embarazo y una mayor prevalencia de diabetes y obesidad en el adulto (Heerwagen *et al.*, 2010).

Al margen de la alimentación prenatal, la posnatal también cobra importancia en etapas avanzadas. Un exceso proteico durante el primer año de vida está directamente asociado con obesidad en el adulto. En este sentido, la lactancia materna, por su menor contenido proteico respecto a los leches de fórmula, se postula como la alternativa idónea para la alimentación del bebé, ofreciendo un efecto protector frente a obesidad en el adulto (Koletzko *et al.*, 2009). Igualmente, la lactancia materna programa un perfil lipídico beneficioso, encontrando menores niveles de colesterol en sujetos alimentados con este tipo de lactancia.

Antes de “culpar” de forma exclusiva a la madre, se deberían consultar estudios que afirman cómo una dieta rica en grasa por parte del padre en el momento previo a la concepción predispone a un fenotipo diabético en el niño, debido a modificaciones epigenéticas en el ADN del espermatozoide. Así, las modificaciones epigenéticas pueden venir de ambos progenitores, incluso desde el periodo previo a la concepción (Ng *et al.*, 2010).

Tal y como se ha adelantado anteriormente, la prevención desde las primeras etapas de la vida debería ser el gran reto de las estrategias sanitarias.

### ¿Por qué envejecemos?

“Matemáticamente hablando” se podría formular una ecuación en la que el envejecimiento estaría determinado en un 25% por los genes y en un 75% por los factores ambientales. Dentro de dichos factores ambientales se encuentra la

dieta, tanto la prenatal como la posnatal. Parafraseando a Baltasar Gracián, “la vida es como un juego de naipes, influyen las cartas que te toquen, pero el éxito de la partida dependerá de cómo las juegues”.

Llegados a este punto, parece evidente la respuesta a la pregunta que daba título al texto. La alimentación influye de forma directa en el ritmo de envejecimiento, por lo que resulta de especial interés llegar a determinar cómo y cuánto se debe comer. La cuestión no es sencilla de responder, a pesar de que la nutrición se considere la ciencia del “yo opino”.

Somos el fruto de miles de años de evolución, una evolución que ha transcurrido libre de obesidad y enfermedades crónicas. ¿Por qué se han convertido éstas en la epidemia del siglo XXI? Hay quien dice que “somos fruto de lo que comemos”, pero desde un punto de vista evolutivo, lo que realmente somos es lo que comieron nuestros ancestros. Nuestro genoma es prácticamente similar al que teníamos en la Edad de Piedra, es decir, tenemos un genoma adaptado a la escasez, teniendo en cuenta que “la historia del hombre ha sido la historia del hambre”. Y sin embargo, vivimos en el “mundo de la abundancia”. Es decir, existe una clara discrepancia entre los genes que tenemos y el ambiente en el que vivimos, algo que, según la hipótesis del gen ahorrador, explica la alta prevalencia de “las enfermedades de la civilización” en nuestros días. Ante tal reflexión, la clave estaría en adaptar la alimentación a nuestro “diseño evolutivo”, algo “tan sencillo” como un retorno a la dieta ancestral. Se trataría de eliminar los lácteos, los cereales, o formas de preparación como los fritos, extrañas a nuestros há-

bitos de consumo originales. Sin embargo, parece que la evolución “nos ha sentado bastante bien”, en tanto que vivimos cada día un poco más, algo que demuestra que en la radicalidad no se encuentra la solución. Quizá sea más adecuado adaptar nuestro “diseño evolutivo” a la forma de vida actual, que tantas ventajas nos ha proporcionado. Simplemente, evitar alimentos con excesivas calorías, moderar el consumo de sal, reducir los azúcares simples y las grasas saturadas o ingerir una adecuada cantidad de fibra, entre otras pautas. Pero sin descuidar el consumo de esos lácteos o cereales, que aunque no hayan estado presentes desde “los inicios”, nos han aportado múltiples ventajas adaptativas y siguen jugando un papel importante a nivel nutricional. Y si existe una lucha que todos debemos apoyar, es la que persigue erradicar la verdadera epidemia del siglo XXI: el sedentarismo. Quizá el único secreto de nuestros ancestros era el gran equilibrio que mantenían entre ingesta y gasto energético. Hay quien aseguraba haber encontrado el “gen que hace engordar”, y lo presentaba afirmando que no era otro que el que hacía abrir la boca. Recurrir a los consejos de Grande Covián, el padre de la nutrición en España, quizá sea el modo más sencillo y práctico de aconsejar cómo y cuánto comer: “De todo, pero en plato pequeño. Y siempre en buen ambiente y compañía”. Es decir, el secreto no es otro que el de retomar nuestra tradicional dieta mediterránea, la gran olvidada en nuestra sociedad actual. Y concluimos con una curiosidad similar a la que tenía el gerontólogo Williams en el año 1957: “¿cómo después del hecho tan milagroso de conseguir un animal,

con su elevada complejidad, la vida es incapaz de preservar lo que ya está formado?”. Es decir, ¿por qué envejecemos?

El objetivo prioritario de la evolución no es la longevidad del individuo, sino la supervivencia de la especie. La supervivencia se ve garantizada a través del proceso reproductivo. Lo que permite tener más capacidad funcional en la edad reproductiva es la obtención de energía. Tal y como se ha descrito al inicio del texto, para obtener dicha energía se consume oxígeno, esa molécula que, paradójicamente, resulta imprescindible para la vida, pero que ocasiona el deterioro y la muerte celular. Dicho así, el envejecimiento no sería sino la consecuencia de mantener una adecuada actividad vital que permita la reproducción y el mantenimiento de la especie. Envejecemos “en pro de la evolución”.

Nuestros ancestros nos abrieron un camino a la evolución, nosotros podemos escoger continuar dicho camino o desviarlo. Hasta el momento, hemos conseguido “añadir años a la vida”. El objetivo actual persigue “añadir vida a esos años”, es decir, “ensanchar *versus* alargar la vida”.

“El secreto de cómo prolongar la vida está en el arte de aprender cómo no acortarla”. La alimentación tiene mucho que enseñarnos a este respecto.

### **Bibliografía recomendada**

Bjelakovic G, Nikolova D, Gluud LL, Simonetti RG, Gluud C. Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis. *Jama* 2007; 297:842-57.

Corella D, Peloso G, Arnett DK, Demissie S, Cupples LA, Tucker K, Lai CQ, Parnell LD, Coltell

O, Lee YC, Ordovás JM. APOA2, dietary fat, and body mass index: replication of a gene-diet interaction in 3 independent populations. *Arch Intern Med* 2009; 169:1.897-906.

Harman D. Free radical theory of aging: dietary implications. *Am J Clin Nutr* 1972; 25:839-43.

Heerwagen MJ, Miller MR, Barbour LA, Friedman JE. Maternal obesity and fetal metabolic programming: a fertile epigenetic soil. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010; 299:R711-22.

Howe GJ, Sloboda DM, Kamal T, Vickers MH. Maternal nutritional history predicts obesity in adult offspring independent of postnatal diet. *J Physiol* 2009; 587:905-15.

Koletzko B, Von Kries R, Closa R, Escribano J, Scaglioni S, Giovannini M, Beyer J, Demmelmair H, Anton B, Gruszfeld D, Dobrzanska A, Sengier A, Langhendries JP, Rolland Cachera MF, Grote V. Can infant feeding choices modulate later obesity risk? *Am J Clin Nutr* 2009; 89:1.502S-8.

Ng SF, Lin RC, Laybutt DR, Barres R, Owens JA, Morris MJ. Chronic high-fat diet in fathers programs beta-cell dysfunction in female rat offspring. *Nature* 2010; 467:963-6.

Painter RC, Roseboom TJ, Bleker OP. Prenatal exposure to the Dutch famine and disease in later life: an overview. *Reprod Toxicol* 2005; 20:345-52.







**CÁTEDRA TOMÁS PASCUAL SANZ**



**CENIEH**  
Centro Nacional de Investigación  
en Evolución Humana

ISBN 978-847867085-7



9 788478 670857