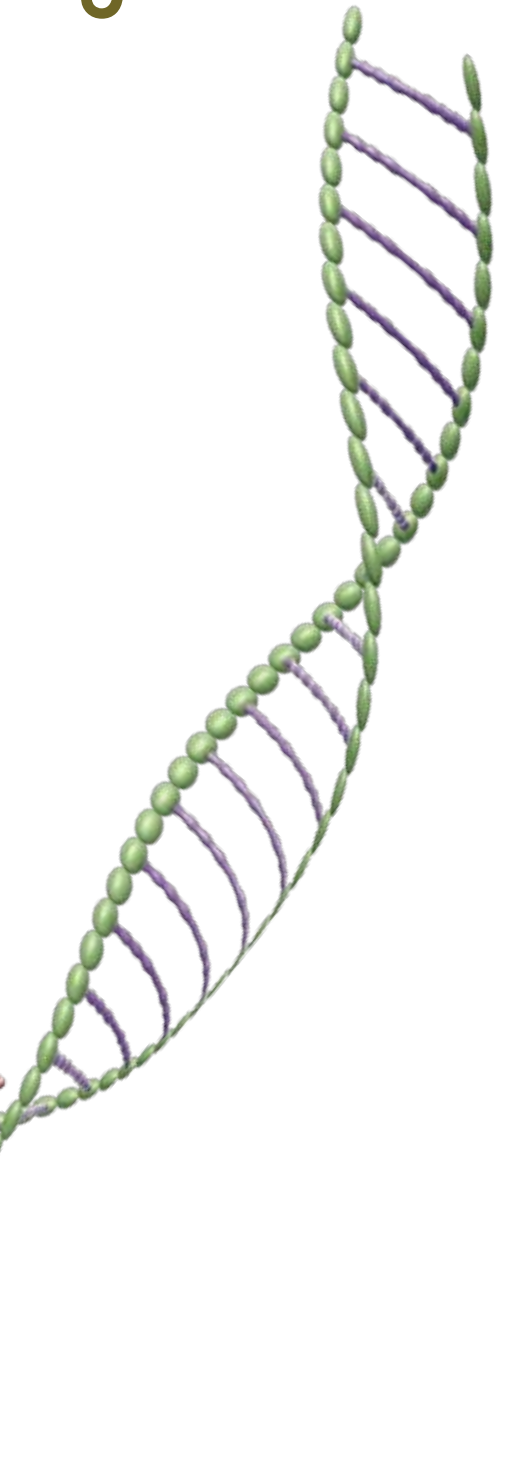


El amor del Pleist

¿TENEMOS



Ilustraciones: Raziél Méndez

en los **tiempos** **oceno** **GENES DE NEANDERTAL?**

Alicia García Bergua

Comparando el genoma del neandertal con los genomas completos de cinco seres humanos actuales de distintas regiones, se ha descubierto que los europeos y los asiáticos tienen genes que provienen de esa especie, pero los africanos no. Esto sugiere que los *Homo sapiens* sí se aparearon con los neandertales en la época en que ambas especies coincidieron en el Medio Oriente.

Los neandertales no son antepasados nuestros, como alguna vez se pensó, sino primos: nuestra especie y el hombre de Neandertal descienden de un antepasado común que vivió en África hace unos 600 000 años, según estudios recientes. Los neandertales colonizaron el Medio Oriente, Europa y Asia occidental, mientras que los humanos permanecieron en

África hasta hace unos 100 000 años. Diversos objetos encontrados en cuevas del Medio Oriente muestran que las dos especies coexistieron hasta la extinción de los neandertales, que ocurrió hace unos 30 000 años.

Los paleontólogos se han preguntado desde hace varios años si, por ser especies tan cercanas (algunos consideran al *Homo*

neanderthalensis como subespecie del *Homo sapiens*), los neandertales y los humanos modernos se aparearon entre sí. En otras palabras, si será posible que los humanos de hoy tengamos algo de neandertal.

La apariencia física de ciertos fósiles sugería que sí: se han encontrado restos de humanos anatómicamente modernos, pero con algunas características típicas de los neandertales. Un ejemplo reciente es el niño de Lagar Velho, Portugal, encontrado en 1998 y estudiado por Erik Trinkaus, de la Universidad de Washington, y Cidália Duarte, del Instituto Portugués de Arqueología. Se trata del esqueleto de un niño de cuatro años que fue enterrado con objetos ceremoniales hace 25 000 años. Los paleoantropólogos discuten si el niño de Lagar Velho es evidencia de que las especies se mezclaron, o sólo de adaptaciones locales de la población de humanos modernos al frío de la época. Claramente, analizar restos óseos no bastaba para saberlo; hacía falta poder comparar las especies a nivel genético.

En un artículo publicado en la revista *Science* el 7 de mayo de 2010, un numeroso equipo internacional de investigadores



Entrada a la cueva Vindija, Croacia.

que trabajan en el Proyecto del Genoma Neandertal, dirigido por Svante Pääbo, del Instituto Max Planck de Antropología Evolucionista, en Alemania, informa cómo logró reconstruir el 60% del genoma del neandertal a partir de hebras de ADN extraídas de tres fragmentos de hueso de mujeres neandertales que vivieron hace alrededor de 40000 años en lo que hoy es Croacia. Comparando esta información con genomas modernos, los investigadores dirigidos por Pääbo al parecer han zanjado el debate: los humanos modernos sí se aparearon con los neandertales.

Juntos y revueltos

Descubrir señales de apareamiento entre las dos especies en el genoma humano sorprendió mucho al equipo de Svante Pääbo, pues en un estudio del genoma mitocondrial de los neandertales que el equipo publicó en 1997 no había ningún rastro del suceso. Las mitocondrias, organelos

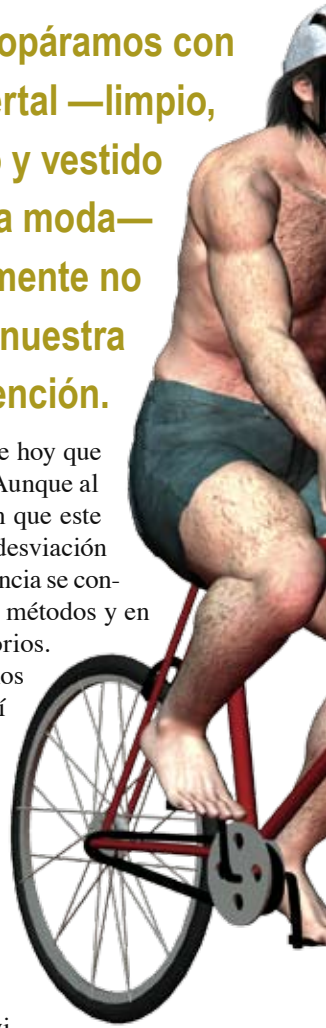
que producen energía para las células, contienen su propio ADN, que se hereda exclusivamente de la madre. Por medio de estudios de ADN mitocondrial humano se ha llegado a establecer que todas las personas de hoy somos descendientes de antepasados que vivieron en África. Pero el ADN mitocondrial de los humanos modernos no contiene contribuciones del de los neandertales. La portada de la revista en la que se publicó el estudio de 1997 llevaba este titular: “Los neandertales no fueron nuestros antepasados”. Pero para asegurarse, había que buscar en el depósito principal de ADN: el núcleo de las células.

Al principio muchos investigadores pensaban que los neandertales y los humanos quizá sí se habían apareado, pero sólo ocasionalmente, por lo que no habían dejado descendencia mixta perdurable. Luego se dieron cuenta de que el ADN de los neandertales tenía más genes en común

Si nos topáramos con un neandertal —limpio, afeitado y vestido a la moda— probablemente no llamaría nuestra atención.

con los europeos de hoy que con los africanos. Aunque al comienzo pensaron que este sesgo era sólo una desviación estadística, la tendencia se confirmó con distintos métodos y en diferentes laboratorios. Eso hizo pensar a los científicos que sí hubo apareamiento entre ambas especies homínidas. Para probar rigurosamente esta hipótesis primero recolectaron ADN de neandertal de los huesos de tres hembras que vivieron en la cueva de Vindija, en Croacia, hace entre 38000 y 44000 años. Luego lo compararon con cantidades mucho más pequeñas de ADN proveniente de neandertales que vivieron en España, Alemania (el primer espécimen de neandertal, encontrado en 1856) y Rusia.

Una vez que se convencieron de que los neandertales de distintas épocas y distintas regiones guardan aproximadamente el mismo grado de relación con los humanos modernos, compararon la secuencia del genoma neandertal que obtuvieron con el genoma del chimpancé. Neandertales, humanos y chimpancés descendemos de una especie que vivió hace seis u ocho millones de años, por lo que los genes que compartimos con esos simios existían ya en ese ancestro común. Tanto los seres humanos actuales como los neandertales compartimos alrededor de un 99% de material genético con el chimpancé. Así, los investigadores identificaron las regiones ancestrales del ADN neandertal (las que ya existían en el antepasado común). Lue-



EL NEANDERTAL, OTRA VÍCTIMA DEL PREJUICIO

En 1856, en una cueva situada en el valle por el que discurre el río Neander, cerca de Düsseldorf, Alemania, los trabajadores de una cantera estaban extrayendo piedra caliza del piso cuando encontraron unos huesos antiguos. El hallazgo no los impresionó demasiado, pero bastó para que el dueño de la cantera le llevara lo que quedó de los huesos a un científico de la localidad, llamado Johann Carl Fuhlrott, quien afirmó que eran huesos humanos.

En esa época muchos científicos europeos vivían convencidos, como la mayoría de su sociedad, de que la humanidad era el pináculo de una creación divina ocurrida hacía no más de 6000 años. Fuhlrott examinó los huesos del individuo del valle del Neander y se convenció de que debía ser un ejemplar “de las más antiguas razas del hombre”, quizá muy cercano a la creación. La idea de un ser humano, pero distinto a nosotros —un antepasado o un pariente cercano— simplemente no cabía en la mentalidad de la época. El hallazgo se explicó de diversas maneras, todas encaminadas a mostrar que aquel individuo no podía ser un humano normal, y de ninguna manera un antepasado de la humanidad. Si no era un “antiguo holandés”, o un soldado deforme herido que se había refugiado en la cueva, quizá era una persona que padeció raquitismo seguido de artritis, lo que explicaría por qué tenía las piernas arqueadas.

A lo largo de los años siguientes fueron apareciendo más restos de individuos parecidos: de piernas cortas, cajas torácicas abombadas, arco superciliar prominente, frente huidiza. Todas las interpretaciones posteriores, hasta la Segunda Guerra Mundial, pintaban al hombre de Neandertal como una raza deforme y enferma. Los científicos “reconstruyeron” el esqueleto de estas criaturas con estos prejuicios en mente, lo que dio como resultado la imagen del neandertal como un ser embrutecido, salvaje y de escasa habilidad manual, en el que la fuerza bruta predominaba sobre las facultades de la mente. En su prisa por disociar a la humanidad de este ser primitivo, los anatomistas ni siquiera se dieron cuenta de que el volumen craneal del neandertal es incluso más grande que el de nuestra especie. Aún hoy llamar a alguien neandertal equivale a poner en duda su inteligencia.

En los años 50, William Strauss y A. J. E. Cave emprendieron una nueva reconstrucción de la anatomía del neandertal y obtuvieron un cuerpo muy parecido al de los humanos modernos. Strauss y Cave concluyeron: “Si pudiera reencarnarse y meterse en el metro de Nueva York —si estuviera limpio, afeitado y vestido a la moda—, posiblemente no llamaría más la atención que cualquier otro de los ocupantes”.

—S.R.



Foto: © Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology

Los investigadores obtuvieron la mayoría del ADN usado en el estudio de los fragmentos de hueso de tres hembras neandertales encontrados en la cueva Vindija, en Croacia.

go compararon las variantes genéticas presentes en los neandertales mas no en los chimpancés con las de cinco seres humanos actuales de África, Papúa Nueva Guinea, China y Francia.

Se fijaron especialmente en regiones del genoma que difieren entre los individuos en una sola letra genética (o *nucleótido*). Cuando compararon a los neandertales con los europeos y los asiáticos, encontraron que las variaciones ocurrían con la misma frecuencia en ambos humanos y en los neandertales. Y cuando compararon a los neandertales con un africano y un europeo, o con un africano y un asiático, observaron que la frecuencia con que aparecían las variaciones en los neandertales coincidía con la de los europeos y los asiáticos, pero no con la de los africanos. De ahí se concluyó que los neandertales se aparearon con los ancestros de estos europeos y asiáticos actuales, no así con los de los africanos actuales. Escogieron un individuo de Papúa Nueva Guinea porque, hasta donde se sabe, los neandertales nunca llegaron

a esa isla. Si los papuanos tienen genes de neandertal, ello indica que el flujo de genes entre las dos especies ocurrió antes de que se diversificaran las poblaciones de humanos modernos.

Para comprobar el flujo de los genes neandertales a los humanos asiáticos y europeos, los investigadores utilizaron el genoma afroamericano publicado por el Proyecto del Genoma Humano. Rasmus Nielsen, de la Universidad de California en Berkeley, identificó los segmentos ancestrales del genoma humano (de cuando surgió el *Homo sapiens*, hace 200 000 años) y localizó 12 regiones del genoma en las que los humanos modernos que no provienen de África tienen variaciones que no se



observan en el genoma de los afroamericanos. El equipo halló en los neandertales 10 de estas 12 regiones variables, lo que indica que esos rasgos genéticos de los seres humanos actuales de Asia y Europa provienen, en efecto, de los neandertales. ¿Pero cuándo y cómo ocurrió la mezcla?

Todo empezó en el Medio Oriente

El encuentro íntimo entre humanos y neandertales pudo ocurrir en el Medio Oriente, hipótesis que se ajusta a los fósiles y herramientas de piedra de hace 80 000 años hallados en las cuevas de Skhul, Qafzeh y Tabun, en Israel. Aunque estas cuevas fueron, como otras en España y Francia, ocupadas intermitentemente por *Homo sapiens* y por neandertales, los datos hacen pensar que ambas especies convivieron ahí durante 10 000 años.

Los neandertales junto con los *Homo sapiens* fueron los más grandes fabricantes de herramientas de la prehistoria. Dejaron muchos registros de ello en Europa y en el Medio Oriente. Vivieron 130 000 años en Europa en grupos aislados, desde España hasta el norte de Rusia. Hay indicios de que los neandertales y los *Homo sapiens* salidos de África coexistieron y fabricaron herramientas prácticamente idénticas en Israel hace 80 000 años y en Europa hace entre 30 000 y 40 000 años.

Hay quienes piensan que este cruzamiento entre especies pudo haber ocurrido con un grupo de *Homo sapiens* que salió de África hace 60 000 años y probablemente halló a los neandertales con los que conviviría 10 000 años en las cuevas. Quizá se deba a este cruce que el esqueleto neandertal de una hembra hallado en la cueva de Tabun se vea menos robusto que el común de los neandertales.

Lo curioso es que se pensaba que este cruzamiento pudo haber tenido mayores probabilidades de ocurrir más tarde, hace entre 45 000 y 35 000 años, en Francia, donde también coexistieron ambas especies. Algunos investigadores piensan que los neandertales imitaban las

MÁS INFORMACIÓN

- <http://ngenespanol.com/2008/09/30/los-ultimos-neandertales-articulos>
- www.elpais.com/articulo/sociedad/Somos/poco/neandertales/elpepusoc/20100506elpepusoc_11/Tes
- http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act_permanentes/historia/histdel tiempo/mundo/prehis/t_evolu.htm



Foto: © Frank Vinken

Taladrando fragmento de hueso: el equipo de investigación usó sólo 400 mg de polvo de hueso para los análisis.

herramientas de piedra que fabricaban los *Homo sapiens*. Por alguna razón que hoy no se alcanza a entender, el intercambio de genes entre estas dos especies cesó. La genetista Sarah Tishkoff, de la Universidad de Pensilvania, se pregunta si hubo acaso una barrera cultural.

Setenta y ocho letras

El trabajo del Proyecto del Genoma del Neandertal es importante también porque es la primera vez que se puede comparar al ser humano con un ser casi igual a él y empezar a entender lo que nos distingue desde el punto de vista biológico. En su comparación del genoma del neandertal con los genomas de cinco seres humanos modernos diferentes, el equipo de Svante Pääbo encontró una diferencia de sólo 78 letras genéticas (nucleótidos). Estas diferencias genéticas alteran el efecto de los genes en los que se encuentran. Únicamente cinco genes tienen más de una diferencia. Ésta es una pequeñísima fracción de los 3000 millones de letras genéticas de cada genoma y quiere decir que sólo 78 sustituciones en los



últimos 300 000 años dieron lugar al género humano.

Estas sustituciones de unas letras genéticas por otras incluyen cambios en genes que intervienen en la capacidad de sanar heridas, en el movimiento del flagelo de los espermatozoides y en la transcripción genética. Varios de estos nuevos genes que evolucionaron en el ser humano codifican proteínas que se expresan en la piel, en las glándulas sudoríparas, en las vainas internas de las raíces capilares y en la pigmentación de la piel. Posiblemente muchos de los cambios son neutrales —no tienen efectos ni adversos ni favorables— y surgieron por errores naturales que se producen al copiarse el ADN. Los más interesantes, empero, son los cambios genéticos que, luego de surgir, han proliferado en las poblaciones humanas, lo que indica que dieron ventajas a los humanos modernos. El equipo dirigido por Pääbo encontró diferencias en genes importantes para el desarrollo cognitivo, el metabolismo, la forma del cráneo, el cuello y la caja torácica, pero aún se tiene que saber más acerca de la expresión fisiológica de todas estas diferencias genéticas.

La misteriosa desaparición de nuestros primos

Los neandertales empiezan a desaparecer del registro fósil hace 30000 años hasta

extinguirse definitivamente como especie. Una de las razones a las que se atribuía su desaparición era la competencia con un *Homo sapiens* llegado de África que desarrolló el lenguaje y con él, el razonamiento simbólico, lo que le permitió comunicarse con mayor precisión, hacer planes y transmitir el conocimiento de una generación a otra. Pero hoy hay indicios que sugieren que los neandertales podían hablar, pues los cambios adaptativos de un gen clave para el habla, llamado FOXP2 (ver *¿Cómo ves?* No. 137), ya estaban en ellos, así como los cambios anatómicos que les permitirían articular palabras. Además, los neandertales han dejado rastro de comportamientos que indican que tenían un pensamiento simbólico similar al nuestro: por ejemplo, enterraban a sus muertos con flores, fabricaban adornos, se maquillaban y cuidaban de sus enfermos, como muestran fósiles de individuos con rastros de haber sobrevivido durante varias décadas con graves heridas y malformaciones. Hay quienes dicen que el pensamiento neandertal era menos tendiente a la abstracción y más apegado a las circunstancias, pero eso es muy difícil de saber con certeza.

La otra hipótesis es que los neandertales fueron absorbidos por la población de humanos modernos. La investigación del Proyecto del Genoma del Neandertal sugiere que esto es más probable y que las interacciones entre los *Homo sapiens* y los neandertales fueron más complejas e interesantes de lo que se había pensado. 🗨

Alicia García Bergua es asesora de *¿Cómo ves?*; divulgadora de la ciencia, poeta y ensayista, escritora de cuentos y obras de teatro. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Creadores.