



EVOLUCIÓN HUMANA

El primer *Homo sapiens*

Nuevos fósiles hallados en Marruecos obligan a replantear la historia de los humanos anatómicamente modernos

En 1961, durante unos trabajos de minería para extraer barita en las montañas de Jebel Irhoud, a unos 100 kilómetros al oeste de Marrakech, se halló un cráneo humano fósil. En una excavación poste-

rior se descubrieron más huesos de otros individuos, además de restos de animales y herramientas de piedra. En un principio se pensó que correspondían a neandertales de hace 40.000 años, pero más tarde se determinó que en realidad pertenecían a *Homo sapiens* de unos 160.000 de años de antigüedad. Sin embargo, los fósiles resultaban enigmáticos porque en algunos aspectos parecían más primitivos que los más antiguos conocidos de *H. sapiens*.

Ahora, nuevos hallazgos ayudan a reinterpretar los restos de Jebel Irhoud. Un equipo liderado por Jean-Jacques Hublin, del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva en Leipzig, ha recuperado más fósiles humanos y herramientas líticas, y ha obtenido otros da-

INVESTIGADORES excavan restos de los primeros humanos en Jebel Irhoud, en Marruecos. En el recuadro inferior se muestra una reconstrucción del cráneo.



CORTESÍA DE SHANNON MCPHERSON (pescimero) Y PHILIPP GUINZ (cráneos), INSTITUTO MAX PLANCK DE ANTRPOLOGÍA EVOLUTIVA



tos que indican que el yacimiento es mucho más antiguo que la fecha que se le atribuyó. El equipo publicó los resultados en *Nature* en junio. Si los fósiles pertenecen a *H. sapiens*, tal y como concluyen los investigadores, el origen de nuestra especie sería 100.000 años más antiguo y cambiaría algunas de las hipótesis sobre dónde y cómo evolucionó nuestro linaje. No obstante, otros científicos no están de acuerdo sobre el significado de los nuevos hallazgos. Lejos de solucionar el rompecabezas de nuestros orígenes, los descubrimientos de Jebel Irhoud son una prueba más de que la evolución de nuestra especie fue un proceso muy complejo.

Durante mucho tiempo los expertos han convenido en que el origen de *H. sapiens* se sitúa en África. Hasta la fecha, los restos más antiguos aceptados como representantes de nuestra especie corresponden a los fósiles del yacimiento de Omo Kibish, con 195.000 años de antigüedad, y los de Herto, de 160.000 años, ambos en Etiopía. Sin embargo, los estudios de ADN y algunos fósiles enigmáticos sugerían que nuestra especie podría tener raíces más profundas.

En las excavaciones recientes, Hublin y su equipo descubrieron restos de otros individuos en una parte del yacimiento de Jebel Irhoud que los mineros habían dejado intacta. Los hallazgos incluyen fragmentos de cráneo y una mandíbula, así como numerosas herramientas de piedra y los restos de los animales cazados por los humanos. Además, mediante diferentes métodos de datación determinaron que la capa que contiene los fósiles y artefactos tiene entre 350.000 y 280.000 años de antigüedad.

Los investigadores descubrieron que el tamaño y la forma de la cara, de la mandíbula y de los dientes de Jebel Irhoud eran más próximos a los de *H. sapiens* y más alejados de los neandertales y otros humanos arcaicos. Sin embargo, la forma del cráneo es alargada como en los humanos arcaicos, y no redondeada como en los actuales. Estas variaciones se asocian a diferencias en la organización de nuestro cerebro. En una rueda de prensa, Hublin afirmó que su equipo había llegado a la conclusión de que los fósiles de Jebel Irhoud representan «el origen de nuestra especie, los *H. sapiens* más antiguos hallados en África o en cualquier otro lugar». En su artículo, él y sus colaboradores señalan que los restos revelan que esta población carecía de algunas de nuestras características distintivas, pero que su anatomía podría haber evolucionado gradualmente para convertirse en la nuestra.

Hublin destacó que de sus hallazgos no se desprende que Marruecos sea el lugar de origen de los humanos modernos, sino que indican, junto con otros descubrimientos, que la aparición de *H. sapiens* fue un hecho panafricano. Hace 300.000 años, los primeros *H. sapiens* se habían extendido por todo el continente. A esta dispersión contribuyó el hecho de que África era muy diferente por entonces, puesto que el Sáhara estaba cubierto de vegetación y no era la barrera desértica de hoy en día.

Pero no todos los científicos aceptan la premisa de que los fósiles de Jebel Irhoud pertenecen a *H. sapiens*. El paleoantropólogo John Hawks, de la Universidad de Wisconsin-Madison, apunta que Hublin y su equipo no los han comparado con los hallados en España, de 800.000 años de antigüedad, atribuidos a la especie *Homo antecesor*: «Quizá la población de Jebel Irhoud estaba evolucionando hacia los humanos modernos, pero cabe la posibilidad de que hubiera retenido la morfología de la cara de una población de *H. antecesor*, que pudo haber sido el último antepasado común entre los neandertales y los humanos arcaicos de África».

Para la paleoantropóloga Marta Mirazón Lahr, de la Universidad de Cambridge, los nuevos fósiles plantean preguntas importantes sobre las características que definen nuestra especie. «¿Es la



BOLETINES A MEDIDA

Elige los boletines según tus preferencias temáticas y recibirás toda la información sobre las revistas, las noticias y los contenidos web que más te interesan.

www.investigacionyciencia.es/boletines

forma globular del cráneo, con las implicaciones que tiene en la reorganización del cerebro, lo que permite asignar un fósil a *H. sapiens*? Si es así, la población de Irhoud serían primos cercanos nuestros», pero no pertenecerían a nuestra especie. Por el contrario, si una cara pequeña y la forma de la mandíbula constituyen rasgos clave, entonces los individuos de Jebel Irhoud pueden ser considerados nuestros antepasados directos, lo que, según Mirazón Lahr, hace cambiar el foco de atención de los que estudian los orígenes humanos desde el África subsahariana hasta el Mediterráneo.

En cualquier caso, estos descubrimientos también alimentan el debate sobre quién realizó los utensilios de un período cultural de África denominado Paleolítico medio, hace entre unos 300.000 y

400.000 años. Si hace 300.000 años *H. sapiens* ya estaba presente, él mismo pudo haber sido su autor. Pero existen otros candidatos, ya que en aquella época vivían otras especies humanas, como *Homo heidelbergensis* y *Homo naledi*.

Para el arqueólogo Christian Tryon, de la Universidad Harvard, Jebel Irhoud hace que la imagen se vuelva mucho más compleja. El nuevo indicio significa que a los científicos que estudian los orígenes de nuestra propia especie todavía les queda trabajo por hacer. A veces las cosas más cercanas son también las más enigmáticas.

—Kate Wong

+ Información en nuestra web: goo.gl/YnAW9J

ENERGÍA

Permiso para contaminar

La Bolsa de México pone a prueba un programa para la compra y venta de derechos de emisiones

México comenzó 2017 con una subida del 20 por ciento en los precios de la gasolina, impulsada en parte por la cancelación de subsidios. Algunas protestas acabaron con gasolineras incendiadas: una reacción que pone de manifiesto los problemas que pueden surgir cuando un país decide dejar de subvencionar los combustibles de carbono en beneficio de alternativas menos dañinas para el entorno. Ahora, el Gobierno y la Bolsa mexicana se han propuesto ensayar una estrategia más amable para reducir las emanaciones de carbono: el comercio de derechos de emisión con un límite sobre las emisiones totales (*cap-and-trade*). México, que en 2012 se convirtió en el primer país en vías de desarrollo en aprobar una ley sobre el clima, podría servir de ejemplo a otras economías en desarrollo que aspiren a disminuir su huella de carbono.

En esta clase de programas, el regulador expide permisos para que las empresas puedan contaminar en una cantidad correspondiente a los derechos que posean. La mayoría de las veces, el total de emisiones contaminantes autorizadas disminuye con el tiempo, de modo que las compañías han de decidir: o emiten menos, o compran más permisos a otras empresas.

Ahora, más de 80 compañías mexicanas han aceptado participar en una simulación de este comercio de derechos. Gracias a un programa informático desarrollado por MÉXICO₂, una empresa de la Bolsa Mexicana de Valores, las compañías se están acostumbrando a la logística diaria que implica el comercio de permisos, explica Andrés Prieto, analista investigador de MÉXICO₂. A finales de 2018, el Gobierno federal obligará a los mayores emisores de México a participar.

El país latinoamericano tiene un acuerdo de cooperación con California, que ya comercia derechos de carbono con varias provincias canadienses. Por ahora, México está aprendiendo de sus vecinos del norte y es posible que acabe por unirse a ese mercado. «La lección importantísima que hemos aprendido en California, comparándola con Europa, es que no basta con estar seguros sobre la cantidad de emisiones», dice Prieto. Las empresas quieren también disponer de una previsión de los precios de los derechos. En el mercado europeo, la volatilidad de los precios desanimó a las empresas a invertir a largo plazo en la reducción de su huella ambiental, a pesar de que el límite total sobre las emisiones era cada vez menor. Puede que, al igual que California, México también exija un precio mínimo para los derechos de emisión a fin de que las empresas puedan calcular mejor su futura posición económica.

A México no le faltan industrias contaminantes, por lo que los avances para reducir las emisiones estarán al alcance si el país puede dotarse de capacidad de regularlas, señala Juan Carlos Altamirano, economista del Instituto Recursos del Mundo, en Washington.

—Lucas Laursen



EN ENERO DE ESTE AÑO, los manifestantes tomaron las calles de México para protestar contra la subida del precio de la gasolina, el llamado *gasolinazo* (1). Autobús en llamas como consecuencia de los disturbios originados por la subida de los precios en 2009 (2).

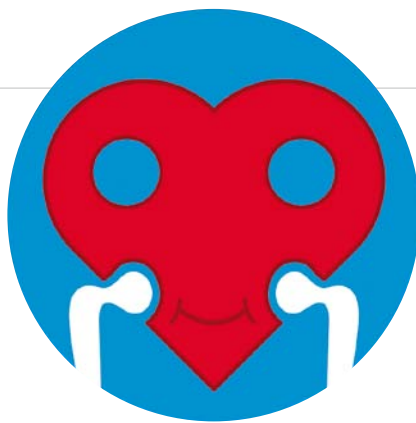
ALFREDO ESTRELLA, GETTY IMAGES (protesta); DAVID DE LA PAZ, REDUX PICTURES (autobús ardiendo)

Reparar un corazón dañado

Un tratamiento con células madre contra la insuficiencia cardíaca es objeto de un ensayo de referencia

En los días posteriores a un infarto de miocardio, el superviviente y sus seres queridos respiran con alivio porque el peligro inmediato ya ha pasado, pero el tejido cicatricial que se forma durante el largo proceso de curación aún puede infligir daños permanentes. Con demasiada frecuencia limita la capacidad del corazón para llenarse entre latido y latido, trastorno que altera el ritmo y acaba provocando insuficiencia cardíaca. Ahora, un nuevo tratamiento podría ayudar a revitalizar el órgano dañado.

Un grupo de científicos y empresas están intentando evitar o revertir la lesión mediante la administración de una mezcla de células madre en el corazón debilitado. Una empresa de Melbourne, Mesoblast, ya ha iniciado ensayos clínicos de fase avanzada en los



que cientos de enfermos aquejados de insuficiencia cardíaca crónica están recibiendo precursores de células madre obtenidos de la cadera de donantes sanos. Un estudio aleatorizado que incluye un grupo de placebo prevé acabar la admisión de participantes el año próximo.

Los primeros estudios de Mesoblast, publicados en 2015 en *Circulation Research*, llegaron a la conclusión de que las personas tratadas con inyecciones de su mezcla celular no sufrían más tarde problemas vinculados con la insuficiencia cardíaca.

Si el nuevo estudio arrojava buenos resultados sería un gran avance para un campo que desde hace tiempo viene siendo blanco de críticas. Se reprocha el mal diseño, la parcialidad o la carencia de grupos de control en los ensayos. También ha perjudicado la aplica-

ción en numerosos centros clínicos de todo el mundo de tratamientos no confirmados.

Otra empresa, la belga TiGenix, espera evitar que se forme el tejido cicatricial tratando a los pacientes con una mezcla de células madre cardíacas en la semana posterior al infarto. Esta estrategia acaba de concluir los ensayos de fase II, pero no se han publicado todavía los resultados.

Aún son muchas las preguntas sin respuesta sobre las células madre —normalmente derivadas del tejido óseo— y el modo en que pueden ayudar a curar el corazón. Las teorías con más peso apuntan a que mitigan la inflamación, revitalizan o estimulan la división de las células cardíacas supervivientes o promueven el nacimiento de nuevos vasos sanguíneos, afirma Richard Lee, director del programa cardiovascular en el Instituto Harvard de Células Madre. Otros especialistas, como Joshua Hare, que dirigió los estudios preliminares de Mesoblast y ahora está al frente del Instituto Interdisciplinar de Células Madre de la Universidad de Miami, afirma que las células pueden actuar de múltiples formas para curar el tejido cicatricial. En su opinión, podrían acabar convirtiéndose en un «tratamiento regenerativo de verdad».

—Dina Fine Maron

¿Pueden oír las plantas?

La flora podría percibir el rumor del agua y el mordisqueo de los insectos fitófagos

Hay quien afirma que la música acelera el crecimiento de las plantas, a pesar de las magras pruebas que avalan semejante aseveración pseudocientífica. Pero nuevas investigaciones indican que algunos vegetales podrían percibir sonidos, como el gorgoteo del agua a través de una tubería o el zumbido de los insectos.

En un estudio reciente, Monica Gagliano, bióloga evolutiva de la Universidad de Australia Occidental, y sus colaboradoras depositaron plántulas de guisante en frascos con forma de Y invertida. Uno de los brazos del frasco se apoyaba sobre una bandeja con agua o un tubo enroscado de plástico a través del cual circulaba el líquido elemento; el otro descansaba sobre tierra seca. Las raíces crecieron hacia el brazo del agua, tanto si esta era fácilmente accesible como si circulaba oculta por el tubo. «Sabían que el agua estaba allí, aunque lo único que podían percibir era el rumor a su paso por la tubería», asegura. Pero cuando se les dio la opción de escoger entre el tubo de agua y tierra húmeda, las raíces optaron por la segunda. Gagliano plantea la hipótesis de que las plantas se sirven de las ondas sonoras para detectar el agua en la distancia pero siguen el gradiente de humedad para alcanzar su objetivo cuando se hallan cerca.

La investigación, descrita hace unos meses en *Oecologia*, no es la primera en sugerir que los vegetales detectan e interpretan los sonidos. Un estudio de 2014 mostró que la crucifera *Arabidopsis* distingue el sonido causado por la masticación de una oruga y las vibraciones del viento: segregó más toxinas tras «escuchar» la grabación

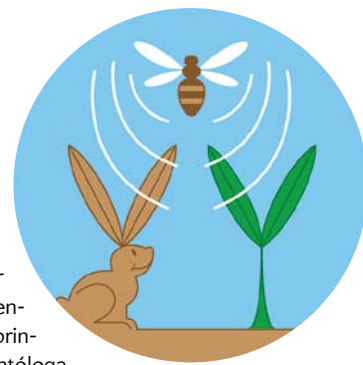
de los insectos comiendo. «Tendemos a subestimar las plantas porque nuestros sentidos no perciben bien sus respuestas. Pero las hojas han resultado ser unos detectores de vibraciones sumamente sensibles», asegura la investigadora principal del estudio Heidi M. Appel, ambientóloga radicada ahora en la Universidad de Toledo en EE.UU.

Otra pista sobre la capacidad auditiva de las plantas la aporta el fenómeno de la «polinización por zumbido», en la que cierta frecuencia del sonido del vuelo estimula la liberación del polen.

Michael Schöner, biólogo de la Universidad de Greifswald que no ha participado en esta novedosa investigación, cree que podrían poseer órganos capaces de captar sonidos. «Las vibraciones sonoras desencadenarían la respuesta de la planta a través de mecanorreceptores, que adoptarían la forma de estructuras filiformes muy delgadas, que podrían actuar como una membrana vibrátil», explica.

Esta investigación plantea dudas sobre si la contaminación acústica afectaría tanto a la flora como a la fauna, observa Gagliano: «El ruido podría bloquear canales de comunicación entre las plantas; por ejemplo, para advertir a sus iguales de la presencia de insectos fitófagos.» Así que la próxima vez que ponga en marcha el cortacésped o el soplado de hojas en su jardín, procure no molestar demasiado.

—Marta Zaraska





NUEVOS INDICIOS sugieren que, hace cientos de millones de años, gigantescas erupciones volcánicas acabaron desencadenando una edad de hielo que provocó la primera extinción masiva de la Tierra, responsable de la desaparición de la mayoría de las especies marinas.

GEOLOGÍA

Fuego, hielo y extinciones masivas

Varios indicios sugieren que los volcanes participaron en las cinco grandes extinciones del planeta

Hace unos 450 millones de años, una región que probablemente tenía el tamaño de Europa comenzó a estirarse y desgarrarse. Se abrieron grandes hendiduras en la corteza terrestre y por ellas manó lava en forma de luminosas paredes de hasta 500 metros de altura. Aunque el suelo acabó apaciguándose, el daño no había hecho más que empezar. Una vez que la lava se endureció, la lluvia y otros fenómenos retiraron de la atmósfera el dióxido de carbono emitido por las erupciones, lo que contribuyó a un complejo proceso de enfriamiento global. Los glaciares avanzaron masivamente y el nivel del

mar descendió: el planeta se sumió en una edad de hielo que acabó con el 85 por ciento de las especies marinas.

Esta hipotética situación de fuego y hielo acaba de ser defendida en un artículo publicado hace poco en la revista *Geology*. En caso de confirmarse, los resultados aportarían el primer indicio sólido sobre qué causó la primera extinción masiva en la Tierra, para la que hasta ahora se habían propuesto todo tipo de explicaciones: desde metales tóxicos liberados en los mares hasta la radiación de una explosión cósmica de rayos gamma. Además, ello pondría a la extinción del Ordovícico tardío en buena compañía: las otras cuatro ya se habían asociado a erupciones volcánicas [véase «Erupciones volcánicas y extinciones masivas», por Howard Lee; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, agosto de 2016].

David Jones, geólogo de la Escuela Universitaria de Amherst y autor principal del estudio, no esperaba que ese fuera el caso de la extinción ordovícica. En un principio, se había propuesto refutar la explicación volcánica; sin embargo, cuando «cocinó» en el laboratorio rocas del Ordovícico tardío proce-

denes de Nevada y del sur de China, se liberaron grandes cantidades de mercurio, una señal reveladora de la actividad volcánica.

Los investigadores esperan ahora localizar una «gran provincia ígnea» (una vasta zona de lava endurecida) que se remonte a la época de la extinción. «Es como si vas a la escena de un crimen y encuentras un cadáver con un agujero de bala. El paso siguiente es buscar la pistola», ejemplifica Seth Burgess, geólogo del Servicio Geológico de Estados Unidos que no participó en el estudio. Si la encuentran, afirma, mirarán si hay «rastros de pólvora en ella».

Jones ya ha comenzado su labor de detective. Aunque él y sus colaboradores sospechan que los volcanes acabaron desencadenando una edad de hielo global, Burgess y otros creen que la historia es más compleja, ya que los volcanes suelen provocar el calentamiento de la atmósfera, no su enfriamiento. Con todo, con las cinco extinciones masivas ligadas a erupciones volcánicas, los geólogos podrán empezar a desentrañar los detalles de cada asesinato.

—Shannon Hall

SEBASTIÁN CRÉSPO, GETTY IMAGES (lava); ULET IFANSASTI, GETTY IMAGES (humo)

Encuentre a mi elefante

La tecnología podría dar una baza decisiva a los conservacionistas frente a los cazadores furtivos

¿Cómo proteger a los elefantes de los cazadores furtivos en una reserva que tiene la extensión de un país pequeño? Esta abrumadora tarea recae casi siempre en guardas que pasan semanas patrullando a pie y, en ocasiones, desprovistos del equipo más elemental, como radiotransmisores, tiendas de campaña o incluso calcetines. Por ello, no es extraño que estén perdiendo la batalla contra los traficantes de marfil, tal y como muestran los últimos datos sobre los dos paquidermos africanos, ambos amenazados: el censo del elefante de sabana cayó en un 30 por ciento entre 2007 y 2014, mientras que el del elefante de bosque lo hizo en un 62 por ciento entre 2002 y 2011.

A fin de contener la debacle, los conservacionistas están recurriendo cada vez más a la tecnología. Su última arma consiste en collares de seguimiento en tiempo real desarrollados por la ONG keniana Save the Elephants, colocados hasta ahora en más de 325 animales en diez países. La organización ha diseñado algoritmos que procesan las señales de los collares para detectar cuándo su portador cesa de moverse (un indicio de que tal vez haya muerto), enlentece su marcha (quizá por estar herido) o se encamina hacia una zona peligrosa donde se sabe que hay furtivos. Los acelerómetros detectan comportamientos anormales, como estampidas súbitas que podrían delatar una emboscada. A diferencia de los collares al uso, que emiten sus coordenadas geográficas en largos intervalos temporales o las graban para su consulta posterior, la inmediatez de la transmisión permite a los guardas reaccionar rápido: en varios casos, su intervención ha propiciado detenciones.

Sin embargo, el volumen de datos generado pronto se tornó excesivo, por lo que Save the Elephants buscó la colaboración de Vulcan (una empresa creada por Paul Allen, el cofundador de Microsoft), que diseñó Domain Awareness System (DAS), una aplicación de seguimiento en código abierto para iOS y la Web. DAS envía alarmas cuando detecta un posible problema (si un elefante echa a correr, por ejemplo) o



GRACIAS a tecnología de vanguardia, un nuevo tipo de collar de seguimiento para elefantes está ayudando a combatir la caza furtiva en África.

si los sensores sobre el terreno captan intrusos humanos. También integra un caudal de información de otro tipo, como la ubicación de los guardas, los vehículos y los medios aéreos más cercanos, así como disparos detectados, imágenes tomadas por cámaras-trampa, fichas de antecedentes y atestados, o datos meteorológicos.

Algunas de las técnicas del collar, como GPS, almacenamiento de datos in situ, receptores telefónicos o de satélite, son hoy habituales en los teléfonos inteligentes. Pero, en este caso, se están usando de un modo único, sostiene Jake Wall, asesor en tecnología geoespacial de Save the Elephants. El experto asegura que es la primera vez que el torrente de datos que usa DAS se presenta a través de canales y mapas ordenados y prácticos.

Una versión inicial del programa se encuentra en pruebas en cuatro lugares de África, que en septiembre se prevé que aumenten a diez. En la reserva natural de Lewa, en Kenia, DAS se considera una herramienta revolucionaria desde que comenzó a usarse hace menos de un año, señala Batian Craig, director de 51 Degrees, la compañía que supervisa las operaciones de seguridad de Lewa: «Visualizar toda esa información en cualquier lugar y en el acto supone un cambio radical para los responsables de las zonas protegidas».

—Rachel Nuwer

CONFERENCIAS

21 de septiembre — Ciclo
Quin és el futur del diagnòstic i tractament de l'alzheimer?

Rafael Blesa, neurólogo del HSCSP Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (HSCSP), Barcelona
www.santpau.cat

30 de septiembre — Jornada
Naukas Valladolid 2017: La ciencia del futuro
Teatro Calderón
Valladolid
naukas.com

EXPOSICIONES

Hasta el 17 de septiembre
Leishmania: No solo en tu mascota
Museo Nacional de Ciencias Naturales
Madrid
www.mnen.csic.es



OTROS

5 de septiembre — Taller
Descubriendo la luz
Dirigido a estudiantes de primaria
Organiza: Instituto de Óptica Daza de Valdés (CSIC)
Palacio Real Testamentario de Isabel la Católica
Medina del Campo
www.ciudadciencia.es

6-8 de septiembre — Curso
La ciencia toma la palabra: Los problemas sociales de las pseudociencias en la era de la información
Universidad de Alicante
gplsi.dlsi.ua.es/lacienciaprenlaparaula

29 y 30 de septiembre — Jornada
Noche Europea de los Investigadores
Actividades divulgativas en más de 250 ciudades europeas
ec.europa.eu

Talleres en institutos
Ciencia para llevar 2017-2018
Talleres y debates de biomedicina y biotecnología para grupos de secundaria y bachillerato
Organiza: BIOcomuniCAT
Institutos de toda Cataluña
ciencia-per-emportar.com