

Apuntes



LOS PRIMEROS HABLANTES del protoindoeuropeo probablemente eran jinetes nómadas.



LINGÜÍSTICA

Lengua madre

Nuevas pruebas genéticas alimentan el debate sobre los orígenes de la lengua protoindoeuropea

Hace cinco milenios, hordas de jinetes nómadas procedentes de la estepa ucraniana alcanzaron toda Europa y partes de Asia. Trajeron consigo una lengua que es el origen de otras muchas habladas hoy: el inglés, el español, el hindi, el ruso o el persa, entre otras. Esa es la explicación que goza de mayor aceptación sobre el origen de esta antigua lengua, denominada protoindoeuropeo [véase «La guerra de las lenguas», por Michael Balter; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2016]. Hallazgos genéticos recientes confirman esa hipótesis, pero también suscitan cuestiones sobre cómo evolucionó y se propagó el lenguaje prehistórico.

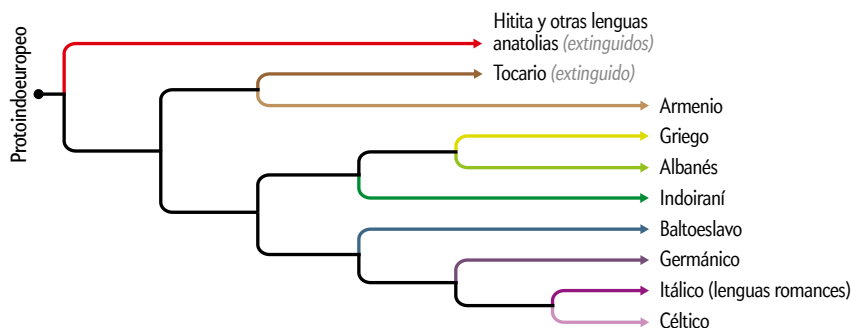
No existen registros escritos del protoindoeuropeo, pero los lingüistas creen haberlo reconstruido en buena medida. Algunas palabras, como las inglesas *water* (agua), *father* (padre) y *mother* (madre), siguen en uso aún hoy. En los años cincuenta del siglo xx, la arqueóloga Marija Gimbutas propuso por primera vez el origen ucraniano, conocido como la hipótesis de los kurganes. Gimbutas trazó la lengua hasta la cultura yamnaya, integrada por tribus pastoriles de las praderas del sur de la actual Ucrania que domesticaron el caballo.

En 2015, se secuenció el ADN extraído de huesos y restos humanos antiguos originarios de numerosos enclaves de Europa y Asia. Los resultados indican que hacia el 3500 a.C. (más o menos la misma época en que muchos lingüistas sitúan el origen del protoindoeuropeo y en que los arqueólogos fechan la domesticación del caballo) los genes de los yamnaya reemplazaron cerca del 75 por ciento del acervo genético de Europa. Sumados a las pruebas arqueológicas y lingüísticas, los datos genéticos inclinan claramente la balanza a favor de la hipótesis de los kurganes.

**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



UN GRAN PORCENTAJE de las lenguas habladas hoy (inglés, hindi o persa, entre otras) descienden de una única lengua madre, el protoindoeuropeo. Nuevos indicios genéticos avalan la idea de que esta lengua fue difundida por nómadas de las estepas de Ucrania que viajaron a lomos de caballo. El diagrama es simplificado y solo pretende mostrar los lazos generales entre los grupos lingüísticos, no los datos reales de divergencia.

Con todo, nuevos descubrimientos complican el relato. En un estudio publicado el pasado junio en *Journal of Human Genetics*, los investigadores secuenciaron el ADN mitocondrial de 12 individuos yamnaya, junto con el de sus antecesores y descendientes inmediatos. Los restos se desenterraron en túmulos funerarios, o kurganes (de los que la teoría toma su nombre), ubicados en la Ucrania actual. Habían sido sepultados en capas superpuestas desde el final de la Edad de Piedra hasta el inicio de la Edad de Cobre, entre el 4000 y el 3000 a.C., la misma época en que se produjo el episodio de reemplazo genético en Europa. El ADN mitocondrial (heredado de la madre) de los enterramientos más primitivos y de edad intermedia era casi por completo local. Pero el de las muestras más recientes contenía ADN procedente de Europa central, de las actuales Polonia, Alemania y Suecia. Este descubrimiento indica que «hubo migraciones pendulares, de ida y vuelta», afirma el autor principal Alexey Nikitin, profesor de arqueología y genética en la Universidad Estatal de Grand Valley. En otras palabras, «no fue un desplazamiento sin retorno».

Estos descubrimientos otorgan a la hipótesis de los kurganes «mucho más crédito», asegura Nikitin. Pero sostiene que sus nuevos resultados muestran asimismo que la migración tuvo lugar en una escala menor de lo que se había especulado; los especímenes más recientes solo llegaron aparentemente hasta Europa central, antes de regresar, aunque la lengua acabó hablándose en lugares tan remotos como las islas británicas. Nikitin opina también que la diseminación no fue tan cruenta como se ha supuesto con frecuencia. «Una campaña militar podría explicar el reemplazo ge-

nético. Pero es improbable que sucediera así», matiza.

David Anthony, antropólogo en el Colegio Hartwick y coautor de varios estudios genéticos previos, pero que no ha participado en este último trabajo, califica los nuevos hallazgos como sumamente convincentes. «La domesticación del caballo abrió un corredor a través de las estepas que penetró en la India e Irán, por un lado, y en Europa, por el otro. Cuando los yamnaya irrumpieron en Europa oriental y occidental, su acervo génico era muy distinto del que había allí antes», explica. «Esto permite obtener una visión clara [de cómo se propagó la lengua madre] y explica por qué se ven con tanta facilidad las migraciones en el mapa.»

Pero Anthony discrepa de la interpretación de que fue un asunto de escala reducida y mayormente pacífico. Sin escritura, la transmisión del lenguaje en aquella época debió depender sobre todo del contacto directo, argumenta, lo cual indicaría que los hablantes del protoindoeuropeo penetraron profundamente en toda Europa y Asia. Cree que las pistas lingüísticas y arqueológicas, como las armas halladas en las tumbas, apuntan a que los creadores del lenguaje tenían una cultura guerrera. No obstante, Nikitin cree que las hachas encontradas eran meramente «decorativas».

Ambos investigadores advierten contra la interpretación basada únicamente en los datos genéticos. Intervinieron muchos otros factores sociales y culturales. «Los cambios lingüísticos fluyen, por lo general, en la dirección de los colectivos con mayor estatus económico, poder político y prestigio. Y en las situaciones de mayor brutalidad, fluye en la dirección de los supervivientes», concluye Anthony.

—Roni Jacobson

TAXONOMÍA

Confusión de especies

El pez óseo más grande del mundo había sido identificado erróneamente

Desde hace tiempo se atribuía al pez luna *Mola mola* el honor de ser el mayor de los teleósteos, el gran grupo de peces cuyo esqueleto está formado por tejido óseo, no por cartílago. Resulta que andábamos errados. Un equipo de investigación ha informado este enero en *Ichthyological Research* que el mayor es, en realidad, otro pez luna, *Mola alexandrini*, algunos ejemplares del cual habían sido confundidos con el anterior. Etsuro Sawai, biólogo de la Universidad de Hiroshima, encabezó el grupo que reexaminó cientos de especímenes de pez luna y archivos científicos de todo el planeta.

M. alexandrini, distinguible por la presencia de pequeñas protuberancias en la cabeza y la barbilla, llega a superar los tres metros de largo y a pesar más de 2300 kilogramos. El estudio sugiere que podría haber muchos más ejemplos de identificación errónea de especies animales, sobre todo si se tiene en cuenta que el pez luna es bastante grande y difícil de pasar por alto, afirma Byrappa Venkatesh, genetista en el Instituto de Biología Celular y Molecular de Singapur, que no ha participado en la novedosa investigación.

La coautora Marianne Nyegaard, ictióloga de la Universidad Murdoch de Australia, explica que este tipo de aclaración es vital en biología, y resulta importante para entender, por ejemplo, las consecuencias ecológicas del cambio climático. Los cambios de temperatura podrían modificar las áreas de distribución conocidas de especies que no habrían sido correctamente identificadas.

—Doug Main



UN BUCEADOR nada junto a un ejemplar de *Mola alexandrini*.

FUENTE: «MAPPING THE ORIGINS AND EXPANSION OF THE INDO-EUROPEAN LANGUAGE FAMILY», POR REMCO BOUCKART ET AL. EN SCIENCE, VOL. 337, 24 DE AGOSTO, 2012; TIFFANY FARRANT-GONZALEZ (gráfica); HASAMA UNDERWATER PARK (pez luna)

AERONÁUTICA

Cielos más limpios

Un nuevo diseño de avión busca aumentar el rendimiento del combustible y reducir las emisiones

Las emisiones de la aviación constituyen un grave problema para el clima. Si el sector aéreo fuera un país, sería el séptimo del mundo en contaminación por carbono. Los expertos predicen que, al ritmo actual, las emisiones asociadas se habrán triplicado para 2050, conforme aumente la demanda de vuelos. Para hacer frente a este panorama, un equipo de científicos del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), junto con colaboradores de la industria y del Gobierno de EE.UU., está intentando cambiar radicalmente el diseño de los aviones.

Si se valida en pruebas a escala real, su prototipo, apodado D8 «de burbuja doble», podría mejorar el rendimiento del combustible y reducir de manera considerable la huella de carbono del sector. El nuevo diseño presenta cambios importantes con respecto a los aviones estándar para 180 pasajeros: el Boeing 737 y el Airbus A320. Por ejemplo, el fuselaje tiene una forma más ancha y ovalada. «Es como dos burbujas [unidas] lado a lado», explica Alejandra Uranga, profesora de ingeniería mecánica y aeroespacial en la Universidad de California del Sur. Esta modificación hace que el propio fuselaje genere algo de sustentación, señala Uranga, que colidera el proyecto junto con Edward Greitzer, del MIT. La nueva forma permite que las alas y la cola sean más pequeñas y livianas. Al mismo tiempo, el morro del avión también es más aerodinámico.

El cambio principal, sin embargo, radica en la posición de los motores. En un avión tradicional, el aire que circula sobre la parte superior se ralentiza, lo que genera resistencia aerodinámica y reduce la eficiencia de la aeronave. El nuevo diseño no tiene los motores bajo las alas, como es habitual, sino sobre el cuerpo de la aeronave y cerca de la cola. Desde allí succionan y vuelven a acelerar la lenta capa de aire, lo que reduce en gran medida la resistencia. Uranga sostiene que tales modificaciones podrían recortar hasta en un 37 por ciento el uso de combustible de un avión de pasajeros típico.

Mark Drela, ingeniero jefe del proyecto, Uranga, Greitzer y sus colaboradores del MIT, la NASA y las compañías Aurora Flight Scien-



1



2

MODELO REDUCIDO del avión D8 «de burbuja doble» (1). Un fuselaje más ancho y una nueva posición de los motores disminuyen la resistencia aerodinámica y el peso, lo que permite ahorrar combustible (2).

ces y Pratt & Whitney ya han construido un modelo de la aeronave a escala 1:11 y lo han puesto a prueba en un túnel de viento de la NASA. Uranga estima que el consumo de combustible podría reducirse hasta en un 66 por ciento si el nuevo diseño se combina con futuros avances tecnológicos.

Otros expertos señalan que los desarrolladores del nuevo modelo aún deberán su-

perar obstáculos económicos y asegurar que los motores son lo bastante robustos para soportar la nueva configuración. Aun así, «se trata de una idea y un diseño muy atractivos», apunta Brian J. German, ingeniero aeroespacial del Instituto de Tecnología de Georgia que no participó en el trabajo. La compañía Aurora está estudiando ahora el desarrollo de un prototipo a la mitad del tamaño real. Si sus esfuerzos tienen éxito, puede que, para 2035, ya haya viajeros volando en las nuevas aeronaves.

—Annie Sneed

MEDIOAMBIENTE

Ríos de plástico

Una parte importante de la basura de los océanos proviene de solo diez ríos

Nuestros mares se están ahogando en plástico. Cada año, la asombrosa cantidad de ocho millones de toneladas de este material va a parar a los océanos, y es esencial descubrir exac-

tamente cómo acaba allí. Según un estudio reciente, más de una cuarta parte de todos esos residuos podrían estar llegando desde solo diez ríos, ocho de ellos en Asia.

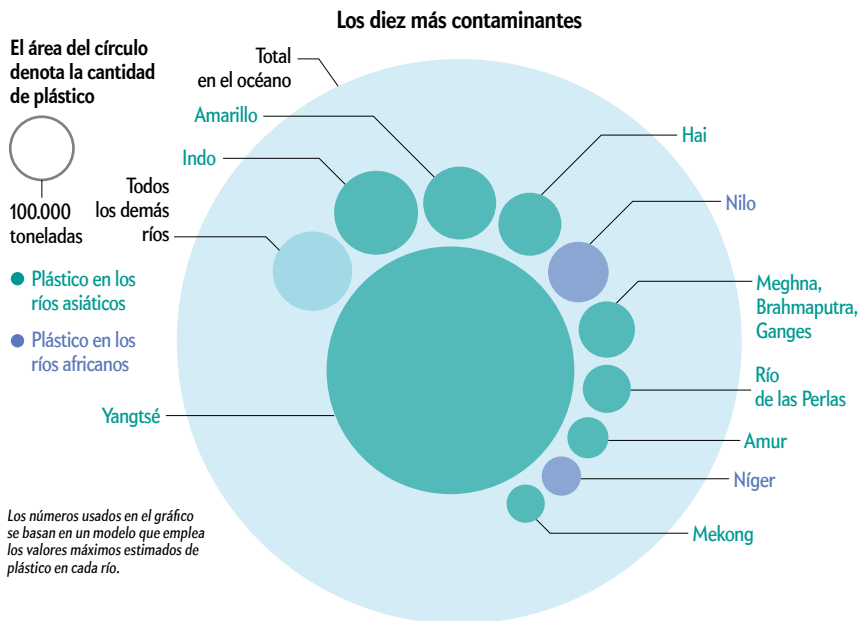
«Los ríos transportan la basura a lo largo de grandes distancias y conectan casi todas las superficies terrestres con los océanos», por lo que constituyen uno de los principales campos de batalla en la lucha contra la contaminación del mar, explica Christian Schmidt, hidrogeólogo del Centro Hel-

mholtz de Investigaciones Ambientales, en Leipzig.

Schmidt y sus colaboradores examinaron los datos publicados sobre la concentración de plástico en 57 ríos de diversos tamaños de todo el mundo. Estas mediciones incluían botellas y bolsas, así como fibras y partículas microscópicas. Los investigadores multiplicaron estas concentraciones por el caudal de agua de los ríos para calcular el peso total de plástico que vertían al mar. Luego introdujeron los datos en un modelo que los comparó con el peso estimado de los residuos plásticos generados por persona y día a lo largo de cada río.

Los resultados, publicados el pasado mes de noviembre en *Environmental Science & Technology*, demuestran que, en conjunto, los ríos examinados vierten entre 0,47 y 2,75 millones de toneladas de plástico al mar cada año, cifra que varía según los datos usados en los modelos. Los diez que transportan el 93 por ciento de esa basura son los ríos Yangtsé, Amarillo, Hai, de las Perlas, Amur, Níger y Nilo en África. Se calcula que solo el río Yangtsé vierte hasta 1,5 millones de toneladas de desechos plásticos en el mar Amarillo.

Una mejor recogida y gestión de los residuos en las regiones más contaminadas ayudaría a detener esta marea, según Schmidt, pero también es esencial concienciar a la gente. —Prachi Patel



ECOLOGÍA

El desove mueve montañas

La freza del salmón ha acelerado la erosión de los lechos fluviales en el curso de los milenios

A primera vista, la reproducción de los peces podría parecer poco trascendente, pero los innumerables desoves acaecidos a través del tiempo parecen haber dejado su huella en el paisaje. En un estudio novedoso, se ha modelizado el modo en que la freza modifica los ríos de la costa norte del Pacífico de EE.UU. Resulta que el apareamiento del salmón ha contribuido a modelar las laderas montañosas de la región. El salmón retorna del mar a los ríos y los arroyos donde nació para procrear. Una vez que la hembra encuentra un punto donde los cantos y la grava del lecho poseen la talla adecuada, excava un hoyo para depositar la puesta.

Después de que el macho fecunda los huevos, la hembra los entierra con el sedimento de otro agujero que cava corriente arriba. La tarea erosiona el lecho fluvial porque facilita que los sedimentos y la grava sean arrastrados río abajo, afirma uno de los autores del estudio, Alexander K. Fremier, limnólogo de la Universidad Estatal de Washington. Él y sus colaboradores recabaron datos sobre el ritmo de la erosión provocada por los salmones en un arroyo experimental y extrapolaron sus hallazgos a ríos reales en el curso de millones de años. El desove habría hecho que algunos lechos se erosionaran más de un 30 por ciento más que si no se diera la freza, describen en el estudio, publicado en línea el pasado septiembre en la revista *Geomorphology*. David R. Montgomery, catedrático de geomorfología de la Universidad de Washington, que no ha participado en la investigación, califica el trabajo como una fascinante «muestra de la vinculación que puede existir entre la actividad de los seres vivos y ciertos fenómenos

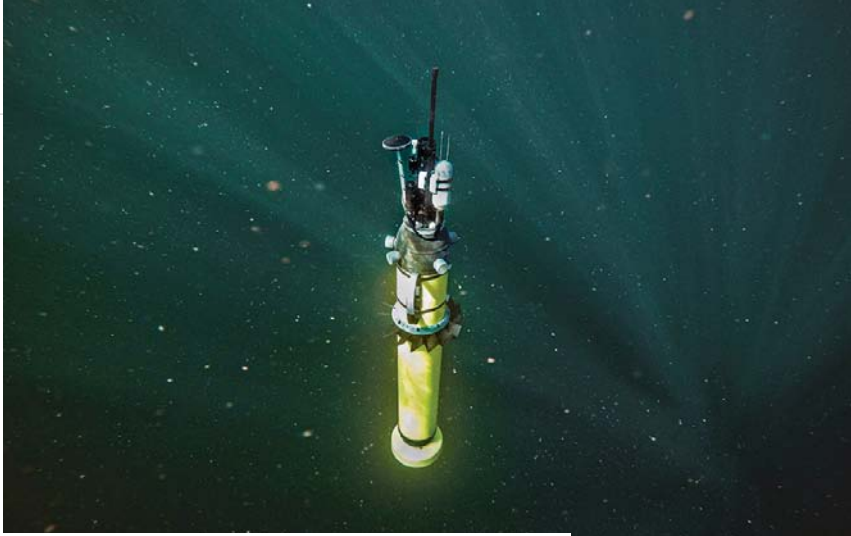


UN SALMÓN ROSADO en pleno desove.

que solemos considerar procesos físicos». Las propias investigaciones de Montgomery indican que el alzamiento de las cadenas montañosas (orogenia) podría haber fomentado la diversificación de los salmones, a la par que su especialización y especiación.

El nuevo estudio sugiere que la freza del salmón podría acelerar tales procesos al alterar el ritmo de erosión y las pendientes de los ríos. Montgomery opina que ese efecto sería mínimo en comparación con el causado por la orogenia, pero matiza que Fremier y sus colaboradores han abierto la puerta a nuevas preguntas sobre el fenómeno y sus consecuencias. —Doug Main

FUENTE: «EXPORT OF PLASTIC DEBRIS BY RIVERS INTO THE SEA», POR CHRISTIAN SCHMIDT ET AL. EN ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY, VOL. 51, N.º 21, DE NOVIEMBRE DE 2017; AMANDA MONTAÑEZ (gráfico); ASHLEY MORGAN, GETTY IMAGES (salmón)



UNO DE LOS FLOTADORES AUTÓNOMOS que se usarán para explorar de cerca la fusión del hielo en la Antártida.

CIENCIAS DE LA TIERRA

Drones bajo el hielo

Una arriesgada misión robótica intentará estudiar el proceso de fusión de una plataforma antártica

Muy por debajo de la superficie brillante y lisa de las plataformas de hielo de la Antártida, existe un paisaje oscuro que no se parece a ningún otro en la Tierra, donde terrazas y cañones invertidos penetran hasta muy arriba en el hielo. Alimentadas por los glaciares situados en tierra firme, estas cornisas de hielo gigantes emergen en las frías aguas del océano Antártico. A principios de este año, una flota de siete robots submarinos desarrollados por la Universidad de Washington partió hacia ese mundo en una arriesgada misión. Su objetivo: ayudar a pronosticar el aumento del nivel del mar mediante observaciones directas de la fusión de este paisaje oculto y vuelto del revés, donde se mezclan capas de agua templada y fría.

«Sabemos desde hace unos cuarenta años que las plataformas de hielo son intrínsecamente inestables», explica Knut Christianson, glaciólogo de la misión y uno de los responsables de la iniciativa Future of Ice («El futuro del hielo»), de la Universidad de Washington. «Sin embargo, no entendemos realmente la variabilidad de estos sistemas, y menos aún cómo reaccionan ante una perturbación externa importante, como el aumento de la temperatura del mar.»

Hasta ahora, los científicos habían tratado de explorar la parte inferior de las plataformas de hielo perforándola o enviando submarinos robóticos en viajes cortos por debajo de ellas. Pero estos esfuerzos se han limitado a áreas pequeñas y a períodos bre-

ves, y han ofrecido instantáneas que no reflejan necesariamente el comportamiento global del sistema de hielo y agua, señala Christianson.

El nuevo equipo de máquinas exploradoras consta de tres vehículos robóticos autopropulsados, bautizados como *Seaglidors* («planeadores marinos»), acompañados de cuatro flotadores que navegan a la deriva. Los drones contienen instrumentos para medir la temperatura, la presión, la turbulencia y el oxígeno disuelto. Cada uno de los *Seaglidors*, con un coste de unos 100.000 dólares, seguirá una ruta de varias semanas por debajo y alrededor de las plataformas de hielo antes de regresar. Estos robots nadan ajustando su flotabilidad y sus alas para deslizarse lentamente en una dirección programada. Los flotadores, en cambio, con un precio de unos 30.000 dólares, están a merced de las corrientes oceánicas: solo pueden regular su flotabilidad para subir o hundirse.

Si un robot explorador o uno de los flotadores asciende por una grieta o queda atrapado bajo una de las terrazas, no dispondrá de plan de escape ni de medios para pedir ayuda. «Es muy arriesgado», reconoce Mick West, ingeniero del Instituto de Tecnología de Georgia que no participó en el trabajo de la Universidad de Washington, pero que, en 2015, liberó un robot amarrado a través de la plataforma de Ross.

Si se pierden algunos drones, los miembros del equipo planean regresar en 2019 para recuperarlos. En caso de no encontrarlos, los aparatos cuentan con batería suficiente para funcionar durante un año más, y cualquiera que apareciese más tarde podría ser rescatado por otros investigadores y devuelto a sus dueños. Pero, mucho antes de eso, Christianson espera poder utilizar los datos que obtenga esta flota submarina para mejorar los modelos globales de aumento del nivel del mar.

—Mark Harris

AGENDA

CONFERENCIAS

12 de marzo

Energía nuclear y energías renovables

Cayetano López, Universidad Autónoma de Madrid; Enrique Soria, CIEMAT
Fundación Juan March
Madrid
www.march.es

21 de marzo

Un mar de plásticos

Anna Sánchez Vidal, Universidad de Barcelona
Cafés Científicos
Casa Orlandai
Barcelona
www.cienciaensocietat.org

EXPOSICIONES

Juanelo Turriano: Genio del Renacimiento

Biblioteca Nacional de España
Madrid
www.bne.es

OTROS

14 de marzo — Jornada

Día de Pi

Organiza: Real Sociedad Matemática Española y otras entidades
Salamanca (evento principal)
Numerosas actividades en otras ciudades españolas
www.piday.es

14 de marzo — Talleres y charlas

BCAM Naukas: Día de Pi

Organiza: Centro Vasco de Matemática Aplicada, Universidad del País Vasco y plataforma Naukas
Bizkaia Aretoa
Bilbao
naukas.com

Hasta el 20 de marzo — Charlas, cine y talleres

Después del fin del mundo

Ciclo de actividades en centros cívicos y bibliotecas relacionadas con la exposición homónima del Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona
Barcelona
www.cccb.es

