

**natural
mente**

revistamuseonacionaldecienciasnaturales

www.naturalmentemncn.org

MARZO 2017

Nº 13

mncn

museonacionaldecienciasnaturales

**¿Malditos
parásitos?**

**¿A quién pican
los mosquitos?**

Terremotos

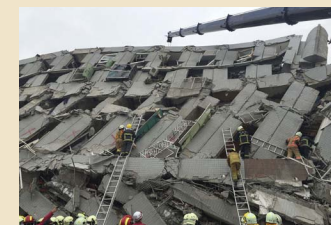


Sumario

Expedición a la Antártida:	
proyecto PINGUFOR	3
Terremotos. ¿Son tan peligrosos?	4
¿Malditos parásitos?	10
¿A quién pican los mosquitos?	
Una gota de sangre basta	
para saberlo.....	15
Leishmaniasis:	
más allá de tu mascota.....	19
Charles Waterton:	
explorador y naturalista	24
Breves de investigación	29
Tesis del MNCN	32
Arquitectura animal.....	36
Mujer y ciencia:	
No hay peor ciego	
que el que no quiere ver	41
I Jornadas de Investigación	
del MNCN.....	45
Érase una vez... ¿y ahora qué?	48
Libros	50
Naturaka. ¿Qué sabes sobre la	
Malaria?	51

Editorial

Imagen del terremoto de
Taiwan de 1999



En este número de *NaturalMente* tratamos el fascinante mundo de las relaciones entre **parásitos** y hospedadores. Los parásitos representan una forma de vida muy extendida en la naturaleza y, sin embargo, es poco conocida. A veces parece que solo existen cuando se producen epidemias, no obstante, las adaptaciones de estos seres para vivir a costa de otros son fascinantes. Así nos lo cuenta David G. Jara en su artículo sobre este enorme grupo de animales. También en nuestras páginas Josué Martínez de la Puente nos cuenta los últimos estudios que permiten identificar **de quién se alimentan los mosquitos**, ya que pueden picar a todo tipo de vertebrados y sus efectos son más o menos preocupantes según a qué especies ataquen. Además, coincidiendo con la celebración del Congreso Internacional de **Leishmaniasis** que se celebrará en Toledo en fechas próximas, Jorge Alvar nos acerca esta enfermedad causada por un protozoo y que no solo ataca a nuestras mascotas sino a miles de personas en el mundo.

Pero no todo son enfermedades en nuestra páginas, también contamos con un magnífico reportaje sobre el proyecto que desarrolla uno de nuestros investigadores, Andrés Barbosa, en la **Antártida** estudiando la alimentación de los pingüinos, o la extraordinaria investigación que desarrollan María José Jiménez y Mariano García Fernández, también investigadores del Museo, sobre los **terremotos y su prevención**.

Conozcan a **Charles Waterton**, pionero de la conservación de la naturaleza, de la mano de Azucena López Márquez y Antonio G. Valdecasas así como a los ‘arquitectos’ no humanos que pueblan nuestro planeta, como nos cuenta Juan Carlos Castillo en **Arquitectura animal**.

El pasado once de febrero fue el **Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia** y se celebraron varios actos conmemorativos en el Museo. Aprovechamos para reproducir un extracto del artículo que publicaron en prensa varios de nuestros investigadores que habla de la importancia que tiene para la sociedad contar con mujeres científicas.

También están presentes las secciones habituales de la revista: **Breves de investigación**, **Tesis Doctorales** o **Naturaka**, además de información sobre las **Primeras Jornadas de Investigación** celebradas en nuestra institución en las que los científicos del museo presentaron sus trabajos más recientes o la exposición temporal **Érase una vez... ¿y ahora qué?** en la que la artista Ana de Alvear nos advierte del peligro que supone la desaparición de las especies que pueblan nuestro planeta.

Espero que disfruten con la lectura y no dejen de visitarnos. Cada día intentamos mejorar para sorprender a nuestro público.

Santiago Merino
Director del MNCN-CSIC

Accede a los anteriores números de NaturalMente



Expedición a la Antártida: proyecto PINGUFOR*

Desde principios del mes de diciembre de 2016 hasta principios del mes de febrero de 2017 se ha desarrollado la **primera campaña del proyecto PINGUFOR** en la que hemos participado investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales del CSIC, la Estación Experimental de Zonas Áridas del CSIC, la Universidad de Alcalá de Henares y la Universidad de Giessen en Alemania. A grandes rasgos, el **objetivo del proyecto** es investigar cómo se alimentan los pingüinos antárticos en el mar.

El trabajo se llevó a cabo en dos de las especies de pingüinos que habitan la península antártica, el **pingüino papúa y el pingüino barbijo**. La llegada a la zona de estudio se hizo por tanto en dos fases, en la primera, llegamos a la isla Livingston en el



Pingüinos barbijos, una de las especies estudiadas, portando un dispositivo en la espalda..

archipiélago de las Shetlands del Sur a bordo del buque del CSIC “**Sarmiento de Gamboa**” donde llevamos a cabo la investigación sobre el pingüino papúa. En este emplazamiento estuvimos viviendo durante tres semanas en un **campamento** que, dependiente de la base antártica española Juan Carlos I gestionada por el CSIC, está compuesto por dos iglús de 6 por 2 metros y varias **tiendas de campaña**. Casi en paralelo otros miembros de la expedición llegaron en esta ocasión mediante un avión hasta la isla Rey Jorge donde existe un pequeño aeródromo y desde allí, a bordo del Sarmiento de Gamboa, a **la isla Decepción** donde se ubica **la base antártica española Gabriel de Castilla**, gestionada por el Ejército de Tierra y donde estuvimos **cinco semanas** para preparar y realizar el trabajo con la otra especie, el pingüino barbijo.

El **trabajo** ha consistido en la colocación a los pingüinos de dispositivos que incluían un GPS, un profundímetro y acelerómetros durante cinco días después de los cuales eran retirados para descargar los datos registrados, recargar las baterías y dejarlos listos para colocarlos en nuevos individuos. Con ellos conseguimos conocer a donde van a comer los individuos marcados, el tiempo que emplean en llegar a las zonas de alimentación, y el que utilizan para alimentarse, sus perfiles de buceo y la energía que necesitan para toda esta actividad. Mediante el uso de datos que muestran las características de productividad del océano como concentración de clorofila y temperatura tomados por satélites, conoceremos cómo los



Vista del campamento Byers de la isla Livingston que gestiona el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

pingüinos ajustan su comportamiento a los recursos marinos. De los mismos animales a partir de muestras de sangre, también sabemos cómo es su condición física, su alimentación y cómo estos factores pueden influir en su comportamiento.

La campaña ha durado dos meses en los que hemos estado disfrutando de fantásticos paisajes rodeados de naturaleza en una región que se puede considerar un laboratorio natural. No obstante, el trabajo no acaba al dejar la Antártida, queda todavía mucho que hacer en los laboratorios del Museo Nacional de Ciencias Naturales, analizando las muestras y los datos recogidos. Es el momento de comunicar los resultados de nuestro trabajo en artículos científicos, congresos y reuniones, además de divulgarlo a la sociedad.

Andrés Barbosa



Terremotos

¿Son
tan
peligrosos?



María José
Jiménez



Mariano Gar-
cía Fernández

Taiwan, 1999





Los terremotos son fascinantes y en principio son fenómenos naturales asombrosamente inofensivos. Esta afirmación no parece que pueda ser cierta pero ¿qué pasaría si una persona que se encontrara en campo abierto sintiera un gran terremoto? Como mucho podría perder el equilibrio por la fuerte vibración del suelo bajo sus pies. Sin embargo, una erupción volcánica, una inundación o un deslizamiento de tierras en ese mismo lugar pondrían en riesgo su integridad física.

Los terremotos no son responsables directos de las muertes, lo son los edificios y otras construcciones y estructuras. La sociedad contribuye por tanto en gran medida a que algo inofensivo para las personas pueda resultar catastrófico. Parecería natural entonces pensar que los daños

producidos por los terremotos podrían prevenirse en gran medida.

Alrededor de un millón de personas han perdido la vida como consecuencia directa de los terremotos en las últimas dos décadas. La mayor parte de estas víctimas se contabilizan en unos



Italia, 2009

“La mayor parte de las víctimas directas de los terremotos, un millón en las últimas dos décadas, se contabilizan en los terremotos grandes que afectan a áreas urbanas”

pocos terremotos grandes que han afectado áreas urbanas.

En 1999 hubo un terremoto en Chichi (Taiwan) con una magnitud de 7,6 que provocó daños y 2000 víctimas mortales. La misma magnitud de 7,6 del terremoto ocurrido en Cachemira (Pakistán) en 2005 provocó 86.000 muertos. Cada año se producen una media de 18 terremotos con magnitudes iguales o superiores a 7 y un terremoto de magnitud 8 o mayor, pero la gravedad de sus impactos, el número de víctimas que producen y sus consecuencias son muy variables.

A lo largo del tiempo algunas localidades y ciudades han sido repetidamente golpeadas y a veces devastadas por grandes terremotos. La diferencia entre sufrir daños más o menos graves o sufrir devastación no solo depende de la magnitud y de la profundidad del terremoto sino también de la geología local y de las técnicas de construcción.

Cuando los terremotos son profundos las ondas viajan a más distancia desde el foco y pueden darse terremotos grandes muy profundos que no resultan tan dañinos. Cuando el foco del terremoto es más superficial la energía liberada golpea casi de forma inmediata la superficie terrestre.

Los terrenos formados por suelos blandos (sedimentos) amplifican los efectos de la vibración del terreno, mientras que las rocas duras limitan en gran medida la vibración. Estos efectos de amplificación local contribuyeron en gran medida a los enormes daños causados por el conocido te-





rrremoto de San Francisco de 1906, el de 1923 de Kanto (Tokio) y el de 1985 en Ciudad de México. En algunos casos, el terreno poco consolidado sufre licuefacción (pérdida de solidez del terreno saturado) causando que los edificios basculen tumbándose o hundiéndose como, en el terremoto de Nueva Zelanda de 2011, el de Loma Prieta (California) de 1989 y el de Niigata (Japón).

“El impacto, tanto económico como en víctimas mortales, de los terremotos es muy dispar. Las consecuencias en países en vías de desarrollo son mucho más devastadoras”

explosión urbana a partir de 1950 con grandes concentraciones de la población en las ciudades. Desde 2009, por primera vez en la historia, la mayor parte de la población mundial vive en zonas urbanas. En 2016 de las 31 megalópolis o megaurbes, ciudades que tienen más de 10 millones de habitantes, la mayor parte (24) se encuentran en las regiones menos desarrolladas. Solo en China y en India se encuentran 11 de ellas. Además a esca-



Haití, 2010

Pero tan importante como el comportamiento de la Tierra es aquello que se construye sobre su superficie. Actualmente las redes sísmicas, tanto globales como locales, pueden localizar y determinar el tamaño de un terremoto muy rápidamente. Esta capacidad ha permitido desarrollar sistemas de alerta temprana que avisan con unas decenas de segundos de antelación de la inminente llegada de las ondas sísmicas generadas por un terremoto detectado a una cierta distancia. Estos sistemas están operativos en algunos países (California, México, Japón) y son muy úti-



Chile, 2010

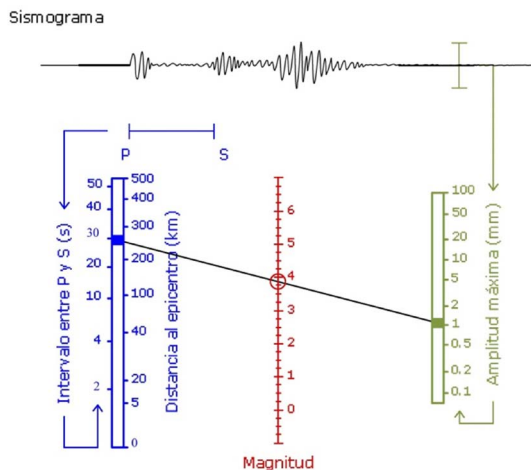
les porque permiten tomar medidas para protegerse y proteger las instalaciones críticas o infraestructuras (disminuir la velocidad de trenes, pasar a modos seguros de operación, cortar la distribución del gas, etc.) y así reducir el impacto.

Aun así, y a pesar de los avances en la investigación y en las tecnologías, el número de víctimas que causan los terremotos ha aumentado notablemente desde principios del siglo pasado. Ello es en parte una consecuencia lógica del aumento de la población mundial y especialmente de la



Nueva Zelanda, 2011

la global y en los últimos 1000 años el 85% de los terremotos que han causado mayor número de víctimas han ocurrido en una banda que corresponde a la zona de colisión Alpina-Himalaya, que coincide con el borde sur de la placa Euroasiática y que se extiende desde Europa hasta Indonesia. Los terremotos en esta zona responden a la convergencia de las placas Africana, Arábiga, India, Australiana y Pacífica con la Euroasiática a unas velocidades que van de 1cm/año a 10 cm/año. Solo el 12% de los terremotos fatales han ocurrido en el cinturón circumpacífico que incluye



“Del mismo modo que la bombilla de la habitación donde estás tiene una potencia fija (vatios) pero la intensidad de la luz varía según el punto en el que te encuentres dentro de la habitación, un terremoto tiene un valor de magnitud fijo (tamaño) y una serie de valores de intensidad en los diferentes lugares donde se ha sentido (efectos)”



El fenómeno físico y su tamaño

Los terremotos son las vibraciones que se producen cuando las rocas del interior de la Tierra se fracturan debido a las fuerzas a las que están sometidas. La superficie del interior de la Tierra en la que rompen y se mueven las rocas se denomina plano de falla. Cuanto mayor sea el volumen de roca que rompe en el interior de la Tierra, mayor es el tamaño del terremoto. El tamaño o magnitud de los terremotos se determina midiendo la amplitud de las ondas sísmicas registradas en los sismogramas y la distancia que separa el sismógrafo del foco del terremoto y a través de una fórmula se calcula el valor de la magnitud. La magnitud es una medida de la energía liberada por el terremoto. Un terremoto de magnitud 8,6 libera una energía equivalente a 10.000 bombas atómicas como las que se desarrollaron en la Segunda Guerra Mundial. La escala de magnitud es

logarítmica de tal modo que el incremento en un grado de magnitud corresponde a un incremento de 32 en la energía (la energía liberada por un terremoto



de magnitud 7 es mil veces mayor que la energía que libera un terremoto de magnitud 5 mientras que la liberada por un terremoto de magnitud 9 es un millón de veces mayor).

La amplitud de la vibración del terreno generada por un terremoto depende de muchos factores tales como su tamaño (magnitud), la distancia al epicentro (proyección sobre la superficie de la Tierra del foco del terremoto), la profundidad del foco, la topografía y las condiciones locales del subsuelo. La intensidad sísmica es una medida de la severidad de la vibración de un terremoto en un punto en particular y se determina por los efectos observados, fundamentalmente el daño, a partir de una escala de intensidad. En general y para un terremoto determinado la intensidad sísmica disminuye según aumenta la distancia al epicentro. La Escala Macrosísmica Europea EMS98 tiene doce grados del I al XII.

“Tan importante como el comportamiento de la Tierra es construir sobre su superficie de manera que se evite el colapso de los edificios e infraestructuras y sus trágicas consecuencias”

America, Japón y Nueva Zelanda, que corresponden a zonas de colisión de bordes de placa convergentes océano-continente y donde se libera la mayor parte de la energía sísmica a nivel global.

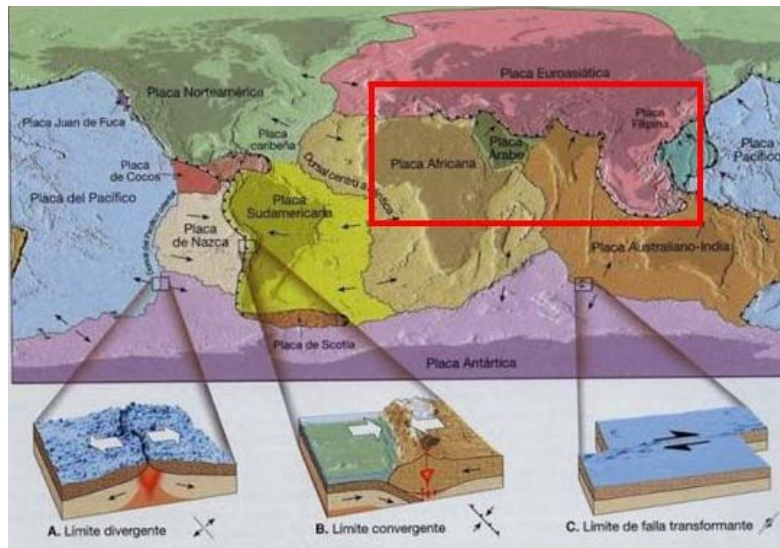
La peligrosidad sísmica se cuantifica a través de la severidad y duración de la vibración del

terreno (aceleración, velocidad y desplazamiento) y de sus efectos indirectos en la superficie de la Tierra como los deslizamientos de tierras, la licuefacción y los tsunamis. En algunas ocasiones estos efectos indirectos producen mayores impactos que el efecto directo de la vibración. El riesgo sísmico, es decir el impacto, determina los probables efectos de los terremotos. Mientras que se puede actuar sobre el riesgo sísmico para disminuirlo o minimizarlo mediante la adopción de medidas, estructurales o no estructurales, no sucede así con la peligrosidad sísmica vinculada directamente a la actividad tectónica de la Tierra.

En la estimación del riesgo sísmico intervienen métricas no solo relacionadas con el número de víctimas, sino también con las pérdidas económi-

cas asociadas y con la duración en el tiempo de la fase de recuperación después de la interrupción o alteración de las actividades normales en los lugares afectados.

Los terremotos recientes tales como el de China (2008, M8.0), Haití (2010, M7.0), Chile (2010, M8.8), Nueva Zelanda (2010, M7.1 y 2011, M6.3) y Japón (2011, M9.0) evidencian que el impacto de los terremotos tanto en víctimas mortales como en lo económico es muy dispar y no siempre es una consecuencia directa de la magnitud.

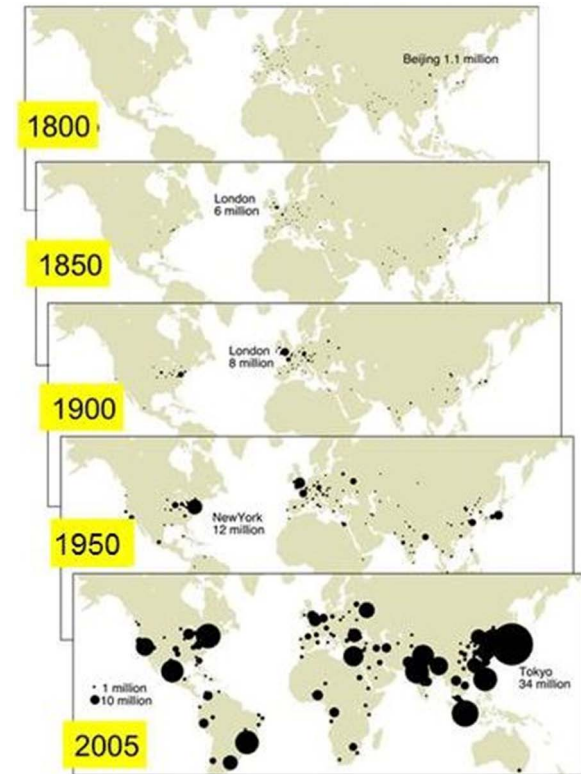


Placas tectónicas de la corteza terrestre y los tres tipos de bordes de placa: divergente, convergente y transformante. En rojo, zona de colisión Alpina-Himalaya

Para recibir un correo electrónico cuando salga el próximo número o darnos tu opinión escríbenos a naturalmente@mncn.csic.es

“En los últimos 1000 años el 85% de los terremotos que han causado mayor número de víctimas han ocurrido en una banda que corresponde a la zona de colisión Alpina-Himalaya”

Evolución del tamaño de las urbes del planeta desde 1800. ▶





Si se comparan las cifras de pérdidas económicas y de víctimas en los terremotos anteriores, puede observarse que por cada dólar de pérdidas económicas, las pérdidas en vidas humanas son muy variables y éstas no son una consecuencia directa del tamaño del terremoto. Así, el índice que resulta de dividir el número de víctimas mortales por el coste económico para los países desarrollados suele estar entre 0,01\$/-0,03/\$, mientras que para los países menos desarrollados es mayor en tres órdenes de magnitud y suele estar en el rango 2/\$-27/\$.

Algunos ejemplos de terremotos recientes sirven para ilustrar cómo frecuentemente y a pesar de que el conocimiento científico existe, éste no llega a implementarse.

En 2008, tres años antes de ocurrir el terremoto de Japón de 2011 se disponía de evidencias reflejadas en la literatura científica de un terremoto muy antiguo que produjo un tsunami similar al de 2011, que barrió las costas japonesas y produjo el accidente en la central nuclear de Fukushima. Parece evidente que los mecanismos para comunicar estas nuevas evidencias científicas a los responsables de las defensas en las costas fallaron.

En los años que precedieron al terremoto de Haití de 2010,

“Se puede reducir el número de víctimas con la implementación de las medidas estructurales y de actuación que proponen las investigaciones de sismólogos e ingenieros”

algunos investigadores se dirigieron al gobierno para comunicarle evidencias científicas de sus investigaciones en la región que indicaban que las medidas de las deformaciones de la corteza sugerían que podría estar próximo a producirse un terremoto similar a los dos ocurridos en el siglo XVIII y que destruyeron la antigua Puerto Príncipe. La administración les prestó atención pero no tuvo la capacidad necesaria para actuar.

Por último, en el caso del terremoto de L'Aquila del 6 de Abril de 2009 en Italia, el desastre ocurrió como consecuencia de la dificultad inherente para comunicar eficazmente una incertidumbre estadística. Después de ocurrir el terremoto, los científicos encargados de evaluar e interpretar la gran cantidad de sacudidas previas que venían produciéndose en la región en los meses anteriores fueron acusados de proporcionar información incompleta, inexacta y contradictoria.

Seis científicos y un funcionario público fueron inicialmente acusados y condenados a seis años de cárcel por no ser capaces de alertar a los habitantes de la región de L'Aquila del terremoto que acabaría con la vida de 308 personas, para ser finalmente absueltos. Un hecho sin precedentes en la historia del derecho internacional, ya que hasta ahora la responsabilidad de este tipo de catástrofes habían recaído en las administraciones públicas, nunca en los científicos encargados de llevar a cabo las investigaciones en las que estas se basan para actuar. En la misma región de los Apeninos italianos tuvo lugar el reciente terremoto de Amatrice de Agosto de 2016 y cien años antes el terremoto de Avezzano de 1915, que causó la muerte de 33.000 personas.

A partir de las experiencias recientes se evidencia que la tendencia actual de aumento de las víctimas y pérdidas causadas por los terremotos puede invertirse con la contribución de las investigaciones de sismólogos e ingenieros y la implementación de medidas tanto estructurales como no estructurales (códigos sísmicos, uso del suelo, etc.) que permitan disminuir el riesgo debido a estos fenómenos ■

San Francisco, 1906 ▼



¿Malditos parásitos?

Para casi todo el mundo son solamente seres molestos pero, además de vivir de los demás, los parásitos han desarrollado las estrategias más inverosímiles e imaginativas para sobrevivir millones de años en un mundo harto complejo. Os invitamos a descubrir una faceta sorprendente de esta forma de salir adelante.

Gusanos del género *Gordius* abandonando, ya en estado adulto, el cuerpo del insecto que los hospedó durante su desarrollo como larvas.



David G Jara



No cabe ninguna duda de que el descalificativo de 'parásito' se alza como permanente protagonista dentro del conjunto de diatribas con las que acostumbramos a censurar el comportamiento utilizado por algunos individuos para prosperar dentro de la sociedad. Deslumbrada e inflamada nuestra razón por el extraordinario descaro con el que estos tipos actúan, solemos pasar por alto el enorme mérito que atesora vivir a expensas de otros individuos, y las gigantescas dosis de imaginación que hay que echarle para poder subsistir sin pegar un solo palo al agua.

Del mismo modo, dejando a un lado el limitado contexto de las sociedades humanas, es cierto que pulgas, piojos, garrapatas o mosquitos son animales molestos y amenazantes que, alimentándose de nuestra sangre, propagan una multitud de peligrosas enfermedades. Mas tampoco, aunque con frecuencia ocultas bajo la densa calígne formada por la repulsión y el profundo rechazo que nos producen estos oportunistas, soy capaz de conce-

bir estrategias de adaptación a las condiciones del medio tan inverosímiles e imaginativas como las implementadas por la enorme multitud de organismos que se han agarrado al parasitismo como estrategia vital en la perpetua lucha por la existencia. Es cierto que la naturaleza nos sorprende con cientos, miles de increíbles adaptaciones, pero no es menos evidente que en este campo los parásitos son los dominadores absolutos. En realidad no les queda otra alternativa, si quieren vivir a expensas de otro organismo no hay otra opción que la de echarle mucha, pero que mucha imaginación para engatusar a una víctima.

Para ser conscientes de la creatividad que la selección natural ha otorgado a los parásitos tan solo tenéis que intentar meteros en la fina y viscosa piel de un pequeño y hambriento gusano que ha establecido su hogar en el intestino de las aves; y cuyo alimento lo constituyen los excrementos que debe ingerir, bien calentitos, directamente en la cloaca de un gorrión o de un arrendajo. Imagi-

“Leucochloridium paradoxum toma el cuerpo de los caracoles, los deja ciegos y utiliza sus tentáculos para hacer señales al depredador que le debe cobijar”



nad, además, que para colmo tenéis la mala suerte de nacer dentro de unos huevos que han sido arrojados sin ningún miramiento al suelo. ¿Cómo os las arreglaríais para alcanzar las entrañas de un animal alado que debe ser vuestro hogar?

Bueno, pues el trematodo *Leucochloridium paradoxum* ha desarrollado una peculiar estrategia para cazar un lindo pajarito dentro del cual vivir cómodamente... ¡disfrazarse de caracol!

L. paradoxum es un parásito obligado, lo que significa que debe desarrollarse invariablemente dentro de un organismo que lo cobije; y únicamente en forma de huevo inmaduro es capaz de vivir alejado de la protección de un hospedador. Precisamente es en este estado, miserablemente rodeado de excrementos de ave, como sus progenitores lo arrojaron al frío mundo exterior, con la esperanza puesta en que un necesitado caracol termine por alimentarse de las hierbas impregnadas con los óvulos fecundados del gusano. Si hay suerte y el destino es generoso, una vez dentro del cuerpo del gasterópodo los huevos del



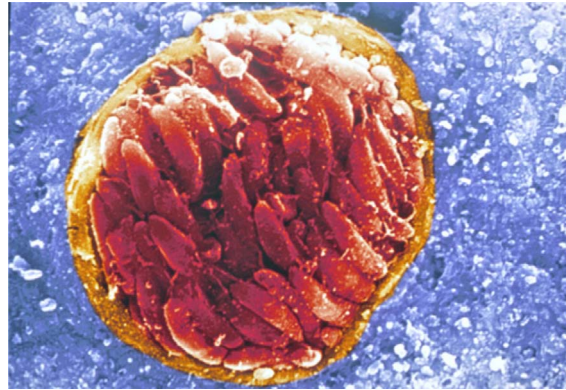
Imagen 1. Esporocistos de *L. paradoxum* en el interior de las antenas de un caracol. / Gilles San Martín



“Para vivir a expensas de otro organismo la selección natural ha otorgado a los parásitos enormes dosis de creatividad para engatusar a sus víctimas”

trematodo eclosionarán, originando una enorme cantidad de larvas que se van a enquistar en sus órganos. Dos de esos quistes, rellenos con una multitud de larvas de gusano, se establecerán en un lugar muy concreto de la anatomía del caracol: los soberbios tentáculos que coronan su cabeza.

El caracol, completamente ciego por los quistes larvales que saturan sus antenas, es incapaz de distinguir la claridad de la oscuridad en la que acostumbra a guarecerse de sus depredadores y, con relativa frecuencia, termina por mostrarse impudicamente en las zonas más expuestas del terreno. Además, por si esta actitud suicida inducida por la falta de visión no fuera suficiente para atraer al depredador alado, las larvas contenidas en los quistes de las antenas del caracol comienzan a desplazarse rítmicamente hacia delante y hacia atrás. Un vistoso ritual que, debido a la coloración alternante que presentan los gusanos inmaduros, muestra al pobre caracol como un cebo infalible para cualquier pájaro que se asome por las alturas. Cuando, fruto de la llamativa acción del parásito, el caracol haya sido depredado, las larvas de *L. paradoxum* alcanzarán finalmente su objetivo: el intestino de su nuevo y definitivo hos-



Bradizoítos de *T. gondii* enquistados en el cerebro de un ratón. / David Fergurson, de la Universidad de Oxford. Obtenida de la web

pedador; y allí, entre las cálidas entrañas de un pajarillo satisfecho, se desarrollarán como gusanos adultos dispuestos a reproducirse y perpetuar este extraordinario ciclo de vida y muerte.

La estrategia utilizada por *Leucochloridium paradoxum* es, sin duda, llamativa, mas no es ni de lejos la maniobra más creativa que pueden implementar los parásitos. Tomar el cuerpo de un pequeño molusco al que has dejado ciego y utilizar sus tentáculos para hacer señales al depredador que te debe cobijar y mantener no deja de ser sorprendente; pero ¿qué les parecería conocer un parásito no solo capaz de poseer el cuerpo de otro organismo, sino también de controlar su comportamiento?... seguramente ciencia ficción. Pues lo cierto es que no existe solo uno, conocemos múltiples organismos que muestran la extraordinaria capacidad de manipular la “mente” de otros seres vivos con la finalidad de vivir del

cuento. Así, los gusanos del género *Gordius* son expertos en provocar que saltamontes, mantis o escarabajos -quienes en condiciones normales jamás osarían acercarse a un curso de agua- terminen arrojándose a un charco en el que perecerán ahogados, con la intención de que las larvas del gusano, incapaces de nadar, vuelvan ya desarrolladas al medio acuático en el que estos organismos viven durante su fase adulta.

Oye, y ¿qué decir del famoso *Toxoplasma gondii*?, un microscópico organismo unicelular capaz de inducir un cambio radical en el comportamiento de los roedores. Este protozoo causa una modificación tan extrema de la conducta de los ratones que éstos no solo pierden el natural miedo hacia los gatos, su principal depredador y hospedador definitivo del parásito, sino que incluso se ven irresistiblemente atraídos por el aroma que desprende la otrora repulsiva orina del felino que, ante tal osadía, irremediablemente los va a devorar.

Pero si de lo que se trata es de conocer al “manipulador de mentes” por excelencia, no queda otra alternativa que hacer de tripas corazón y presentar a un desagradable gusano plano llama-

“No soy capaz de concebir estrategias de adaptación a las condiciones del medio tan inverosímiles e imaginativas como las implementadas por los organismos parásitos”





do *Dicrocoelium dentricum*. Se trata de un trematodo de entre 6 y 10 mm de longitud que tiene boca pero carece de ano y cuyos huevos se encuentran invariablemente en el suelo; demasiado alejados del hígado de vacas, cabras y ovejas donde los gusanos adultos pasan confortablemente sus días tirados a la bartola.



Hormiga, infectada por el parásito *Dicrocoelium dentricum*, enganchada al ápice de una brizna de hierba. / Larisa Zundukova

“El ‘manipulador de mentes’ por excelencia es *Dicrocoelium dentricum* un gusano cuyos huevos se encuentran en el suelo, lejos del hígado de vacas, cabras y ovejas donde viven los gusanos”

Con la finalidad de alcanzar esa especie de paraíso gusanil localizado en las tripas de un herbívoro, *D. dentricum* es capaz de utilizar a dos hospedadores intermedios: un caracol y una hormiga.

Los caracoles ingieren los huevos del parásito de forma accidental mientras se alimentan entre el espesor de la maleza; y es en su interior donde eclosionan engendrando unas minúsculas y molestas larvas. Tan fastidiosos son los retoños del trematodo para los caracoles que éstos los liberan al exterior envueltos en una espesa mucosidad. Y resulta que lo que para algunos puede parecer una asquerosidad, para otros, y no me refiero a las crías humanas dedicadas en cuerpo y alma a hurgarse la nariz, se muestra como una delicia: las hormigas devoran con deleite las pelotillas rellenas de larvas que han sido expulsadas por un caracol infectado.

Una vez en el interior de la hormiga, algunas de las larvas del gusano se van a dirigir al sistema nervioso central del insecto, induciendo en él un curiosísimo comportamiento. Como si de un fa-



Parásito del género *Dicrocoelium* visto a través del microscopio óptico.

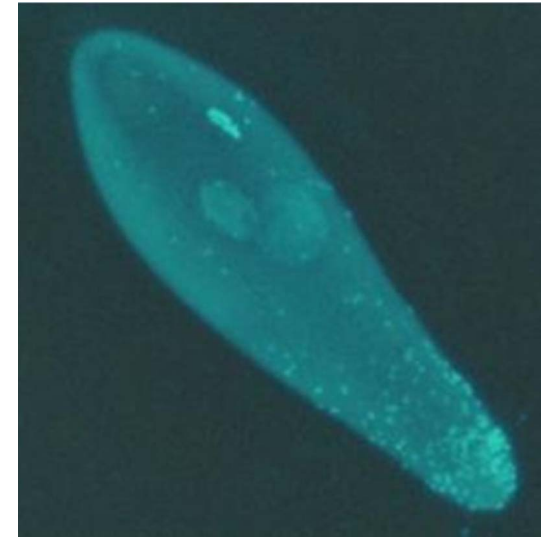
moso personajillo de las revistas del corazón se tratara, las hormigas poseídas por las crías de *D. dentricum* se muestran totalmente confundidas al caer la noche. Tan despistadas están que se dedican a trepar irreflexivamente por las briznas de hierba hasta alcanzar su ápice y morderlo fuertemente. Allí, como aceitunas ensartadas en un palillo, esperarán hasta el amanecer, momento en el que los herbívoros forrajeen. Con un poco de suerte, buena para el parásito y funesta para el insecto, una vaca se las comerá junto al pasto, y las larvas de *D. dentricum* por fin llegarán al hígado del animal. Si no hay suerte, ¡no pasa nada!, las hormigas se retiran a su hormiguero durante las horas de más calor, cuando los herbívoros descansan, para retomar tan excéntrico ritual una vez llegada la noche.





◀ Pareja de individuos de la especie *Armadillidium vulgare*, frecuentemente conocidos como bichos bola. La gran mayoría de los machos de esta especie han sido transformados en hembras por la bacteria parásita *Wolbachia pipientis*.

▶ Huevo de insecto en el que se observan (puntos blancos) las bacterias del género *Wolbachia* / Merijn Salverda y Richard Stouthamer.



Como vemos las estrategias implementadas por los parásitos pueden ser tremendamente imaginativas, casi increíbles, pero si personalmente tuviera que quedarme con una... esa sería la técnica almodovariana que utiliza *Wolbachia pipientis*.

W. pipientis es una bacteria parásita que solo puede vivir dentro de un insecto o de un gusano, y que a diferencia de los anteriores parásitos no necesita utilizar a ningún intermediario para procurarse un nuevo hospedador: pasa directamente de los progenitores infectados a sus crías. Lo cierto es que la táctica utilizada por la bacteria no puede ser más eficaz, pues este microorganismo lo encontramos viviendo a cuerpo de rey en el interior de más del 40% de los invertebrados, lo que le otorga el mérito de ser la responsable de la mayor pandemia de la historia. No obstante, solo las hembras de los invertebrados permiten

***“La bacteria parásita
Wolbachia pipientis se
encuentra en el interior de más
del 40% de los invertebrados,
lo que le otorga el mérito de
ser la responsable de la mayor
pandemia de la historia”***

la transmisión de tan peculiar patógeno a su descendencia, puesto que la bacteria viaja en el interior de los óvulos y nunca en los espermatozoides. De modo que *W. pipientis*, a la par aficionada a las películas del gran director manchego y con profunda aversión a todo lo que huele a ‘Varon Dandy’, no duda en transformar a los machos a los que infecta en hermosas hembras para, de ese

modo, utilizar a ambos: hembras reales y machos transformados, en su excéntrico modo de asegurarse la existencia.

¡Ah!, una cosa más, ¿habéis visto esos bichitos apocados que se hacen una bola cada vez que levantamos una piedra?, pues se llaman *Armadillidium vulgare* y casi todos ellos, por obra y gracia de *Wolbachia*, ¡son hembras!

Lo cierto es que la naturaleza es maravillosa y fascinante, y allá donde fijemos la vista encontraremos alguna sorprendente manifestación de la complejidad y de la belleza de la vida. Sin ninguna duda, los parásitos constituyen el mejor y más impresionante paradigma de la capacidad de adaptación que tienen todos los seres vivos, dando, a su peculiar modo, la razón al propio Nietzsche: “Aquel que tiene un por qué para vivir, puede soportar casi cualquier cómo” ■



¿A quién pican los mosquitos?

Una gota de sangre basta para saberlo



Texto y fotos:
Josué Martínez de la Puente,
Ramón Soriguer y Jordi Figuerola

Ochlerotatus caspius en la
Reserva Biológica
de Doñana / Josué
Mnez. de la Puente





Hay miles de especies de mosquitos y cada una se especializa en uno o varios hospedadores, es decir, cada una prefiere picar a determinados animales. Gracias a las investigaciones desarrolladas, los autores de este artículo nos explican cómo y por qué es importante saber las preferencias de estos insectos, cuya picadura hemos sufrido casi todos

Los mosquitos, uno de los principales vectores de patógenos, engloban una enorme diversidad de especies que presentan claras diferencias en su comportamiento a la hora de seleccionar su hospedador; esto es, los anima-

les de los que se alimentan. Y es que, aunque pueda parecer extraño, no todas las especies de mosquitos pican a los mismos animales. Algunas se alimentan principalmente de aves, mientras que otras, lo hacen mayoritariamen-



te de mamíferos o incluso de reptiles. Pero, ¿cómo podemos llegar a saber esto? Y además, ¿para qué nos sirve?

Los parásitos de la malaria, que afectan a los seres humanos, o el virus West Nile, que circula naturalmente entre las aves silvestres, son importantes patógenos que tienen un mismo denominador común, necesitan de un insecto vector (ser vivo que el parásito utiliza para ser transmitido) para pasar de un individuo infectado a un nuevo hospedador. Con su picadura, el mosquito hembra, único sexo que se alimenta de sangre, no solo ingiere la sangre del hospedador vertebrado, sino que, al hacerlo, abre la puerta para que los patógenos que circulan por el torrente sanguíneo del individuo al que ha picado, puedan llegar a un nuevo hospedador cuando el mosquito pique de nuevo a otra persona o animal.

“En el ADN de las mitocondrias, presentes en las células, hay un gen que se diferencia en cada especie y, como un código de barras, nos permite identificar a qué especie pertenece la sangre”

◀ Trabajando en el laboratorio de Ecología Molecular de la Estación Biológica de Doñana / Autora: Martina Ferraguti





Las mejoras en técnicas moleculares han supuesto un enorme avance para saber a quién pican los mosquitos. En las células de los animales además del ADN presente en el núcleo, hay también ADN en unos pequeños orgánulos llamados mitocondrias. En este ADN mitocondrial hay un gen que tiene la particularidad de que es ligeramente distinto en cada especie, incluso entre especies evolutivamente emparentadas. Un fragmento de este gen es como un pequeño código de barras, y su lectura nos permite identificar el origen del ADN, es decir, a qué especie de vertebrado pertenece.



“Con su picadura no solo ingieren la sangre del hospedador, sino que abren la puerta para que los patógenos puedan trasladarse de un hospedador a otro”

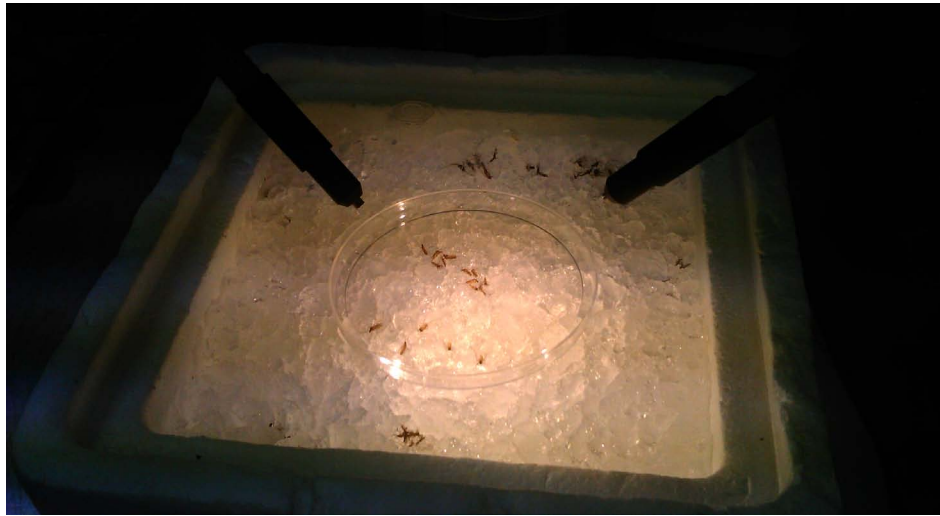
Izquierda: Extracción de saliva de mosquitos para identificar la presencia de patógenos que pudieran transmitir.

Derecha: los autores en tareas de campo, realizando el seguimiento de aves. / Josué Martínez

Así, los mosquitos recién alimentados, que contienen sangre de sus hospedadores en el abdomen, representan una fuente de información sensacional con la que poder leer ese código de barras de las células sanguíneas y, por tanto, identificar la especie de animal a la que ha picado el mosquito.

La primera sorpresa que deparó el análisis de estos genes, dentro del estudio de los hospedadores de las especies de mosquitos más comunes del sur de la Península Ibérica, fue que no todas se alimentan de los mismos animales. Algunas especies, como es el caso de *Anopheles atroparvus*, el principal vector de la mala-





Identificación de las especies de mosquitos capturados y selección de las hembras con una toma reciente de sangre (Autores: Alazne Díez/Rafael Gutiérrez)

ria cuando ésta era endémica en España (hasta el siglo pasado), se alimentan mayoritariamente de mamíferos. Otras, como el mosquito común *Culex pipiens*, lo hacen principalmente de aves. Más allá de la curiosidad que esto pudiera despertar en cualquiera, las **conclusiones** que podemos obtener de ello tienen relevancia desde el punto de vista **ecológico, veterinario y de salud pública**.

Estos estudios nos permiten identificar los animales de los que se alimentan los mosquitos y, por tanto, saber si entre esos animales se encuentran los hospedadores de los patógenos de interés. Así, aunque **otros factores que afecten el desarrollo del patógeno en el mosquito pueden determinar su capacidad para transmitirlos**, identificando el origen de la sangre que encontramos

“Si sabemos qué mosquitos hay en un lugar y a qué animales pican, podemos predecir su importancia en la transmisión de enfermedades”

en los mosquitos **podemos conocer los potenciales vectores de los patógenos que circulan en el medio natural**. Para ilustrar la utilidad de esta información nos serviremos como ejemplo de los parásitos de la malaria humana.

Estos parásitos infectan a los seres humanos pero no a otros animales, como vacas o aves. Aquellas especies de mosquitos que se alimentan principalmente de aves y que no incluyan a los seres humanos en su dieta, previsiblemente tendrán un papel muy poco relevante en la transmisión de patógenos que afecten a las personas. En resumen, si sabemos qué mosquitos hay en un lugar y a qué animales pican, podemos predecir su importancia en la transmisión de patógenos.

En este caso, algo tan básico como conocer el comportamiento alimenticio de los mosquitos, supone un paso fundamental para comprender el riesgo de transmisión de enfermedades, una información importante tanto para la conservación de especies silvestres como desde un punto de vista epidemiológico y de salud pública. ■

Leishmaniasis: más allá de tu mascota

Es una opinión generalizada que la leishmaniasis, que ha podido matar al perro de la vecina o al nuestro propio, sólo ocurre en animales. Pero la leishmaniasis no sólo ataca al perro, sino a más de un millón de personas al año, generalmente a las más pobres entre los pobres, en las que se presenta como un conjunto dispar de enfermedades, todas producidas por unos organismos microscópicos del género *Leishmania*.* Coincidiendo con el Congreso Mundial de Leishmaniasis que se celebrará en Toledo del 16 al 20 de mayo, el MNCN abrirá una exposición temporal dedicada a esta enfermedad tan extendida en algunos países del mundo, como desconocida en otros.



Jorge Alvar

Raúl Porrás Barrenechea. *La obra del Obispo Martínez Compañón sobre Trujillo del Perú en el siglo XVIII*. Vol.2. Editorial: Ediciones Cultura Hispánica. Madrid, España, 1978



* Gracias a Antonio G. Valdecasas y X. Cantera por su contribución a este artículo



*“Ella nos suplicaba perdón a nosotros, a su hijo, a Alá ... y mientras se recostaba en la cama, cerraba los ojos y comenzaba a gemir. Cuando tratamos de sujetarla sentada me dijo ‘madre, me estoy muriendo, me estoy muriendo’. Se derrumbó en mi regazo. Le pusimos agua en la cara y rezamos Doa Durud *...”*

En humanos hay dos formas básicas de leishmaniasis, cutánea y visceral. La primera, aunque tiende a la curación espontánea, deja secuelas importantes. La visceral si no se trata evoluciona a la muerte. Esta leishmaniasis visceral se llama también ‘kala-azar’, un término hindi que se refiere a la pigmentación más oscura de la piel que sufren algunos pacientes. Los enfermos tratados suelen curar sin secuelas, pero un porcentaje alto desarrolla un sarpullido cutáneo llamado leishmaniasis dérmica post-kala-azar (PKDL), cuyas lesiones están cargadas de parásitos y por tanto juegan un papel esencial en la transmisión. La leishmaniasis es una enfermedad ligada a la pobreza, generalmente de transmisión rural, que afecta a los segmentos más desfavorecidos sin voz política.

El género *Leishmania* se incluye dentro del reino de los Protozoa, reino que tiene una complejidad enorme, equivalente al reino Animal o Vegetal. Son, en palabras del biólogo Cavalier-Smith, “los predadores más abundantes de la tierra”. Los hay de vida libre y parásitos, como el organismo que nos ocupa. *Leishmania* es una célula con flagelo cuando está en el insecto que lo transmite (dípteros chupadores de sangre de la familia Phlebotominae), y con esta forma se le denomina ‘promastigote’. El promastigote se multiplica en el tubo digestivo de la hembra del flebótomo para ser inoculado en grandes cantidades al alimentarse. Cuando se produce la picadura, el insecto inyecta saliva que atrae a las células macrófagas del sistema inmunitario, y *Leishmania* se instala dentro de ellas, en una vacuola —especie de ‘laguna vallada’ dentro de la célula macrófaga—, donde pierde el flagelo y el ‘pro’, denominándose ‘amastigote’. En este estadio de ‘amastigote’, el parásito concentra toda su batería de genes en sintetizar antígenos de superficie que le van a permitir resistir el ambiente hostil de la vacuola. Allí se multiplica hasta

“Cada año se infectan en el mundo alrededor de un millón de personas que son ignoradas por pertenecer a los segmentos sociales más desfavorecidos”

hacer estallar al macrófago de manera tal que los numerosos amastigotes quedan libres para invadir nuevos macrófagos.

La ineficacia del macrófago para controlar la leishmaniasis visceral hace que el parásito vaya invadiendo todos aquellos órganos donde hay más células del sistema reticuloendotelial (sistema encargado de defender al organismo formado por macrófagos y otras células del sistema inmunitario dedicados a protegerlo de parásitos y a la eliminación de residuos celulares), como el bazo, hígado y médula ósea. Sin tratamiento, los enfermos van a evolucionar lentamente con inflamación y deterioro grave de esos órganos, además de una marcada pérdida de peso, hasta la muerte. Por el contrario, en la leishmaniasis cutánea, la intensa batalla entre el macrófago y el parásito se traduce en una reacción local inflamatoria que desemboca en una úlcera cutánea que pierde su costra y deja un fondo de color rojo intenso y unos rebordes elevados a modo de cráter. Sin tratamiento, al cabo de semanas la respuesta inmune se impone y empieza a cerrarse la lesión dejando una cicatriz que puede desfigurar y causar un gran estigma y segregación social.

Como se ha dicho, si no ha habido tratamiento adecuado y dependiendo de la especie de *Leishmania*, puede aparecer reactivación de la úlcera (leishmaniasis recidivante) o migrar los parásitos que hayan quedado vivos hacia los tejidos blandos de la orofaringe para destruirlos pasado cierto tiempo (leishmaniasis mucocutánea).

Una veintena de especies del género *Leishmania* son capaces de producir leishmaniasis. Se pueden clasificar en dos grandes grupos por sus implicaciones epidemiológicas: las de origen antroponótico que cierran el ciclo “humano (reservorio) flebótomo humano”, y las de origen zoonótico que responden al ciclo “animal vertebrado no humano (reservorio) flebótomo humano”. Los insectos vectores son dípteros pertenecientes a la subfamilia *Phlebotominae*: los flebótomos y las lutzomyias, las primeras en el Viejo Mundo y las segundas en el Nuevo Mundo. Se suele generalizar y denominar a todos flebótomos.

El hecho de que *Leishmania* y el virus de la inmunodeficiencia humana (HIV) tengan al macrófago como célula diana, hace que el efecto sinérgico





Izquierda, zona de transmisión de leishmaniasis visceral antroponótica, Bihar, India. Centro, zona de transmisión selvática de leishmaniasis cutánea y mucocutánea, Perú. Derecha, zona de transmisión desértica de leishmaniasis visceral antroponótica, Gedaref, Sudán.

potencie la gravedad de los enfermos coinfectados que recaen una y otra vez hasta la muerte. Esta coincidencia se descubrió en España aunque la situación es especialmente grave en Etiopía.

Historia

La descripción más remota de la leishmaniasis cutánea probablemente sea una traducción de una tablilla en lengua acadia, precursora del babilonio y asirio, del segundo o tercer milenio a.C., que apareció en la biblioteca del rey Asubarnipal de Asiria, Nínive (hoy Mosul, Iraq). La historia de la enfermedad fue descrita por Avicena (980-1037) y Gorgani (1042-1136 Jorjani, Irán) que la denominaron ‘*pas-hé gazidegui*’ o ‘picado por mosquito’, anticipándose en siglos -de manera intuitiva- al papel de los insectos como transmisores de enfermedades. Muy sugerente nos resulta la lámina del S.XVIII del obispo Martínez de Compañón que representa a un

criollo peruano con lesiones cutáneas en la pierna y la mejilla izquierda junto a la destrucción de la nariz, signo típico de la leishmaniasis mucocutánea (imagen de la portada). Además del valor gráfico, lo interesante de esta representación es la asociación que hace entre enfermar y ser picado, en este caso por un pajarillo y un insecto palo portadores de sendas gotas de sangre.

En 1903, Leishman, Donovan, Wright y Vianna identificaron el parásito causante de la leishma-

“Las leishmaniasis se distribuyen en un centenar de países, abarcando desde zonas áridas a regiones tropicales, desde el nivel del mar a más de 2000m de altitud”

niasis, al que Ronald Ross dio el nombre genérico de *Leishmania*. El tratamiento de la enfermedad se basa en los antimoniales que Paul Ehrlich usó por primera vez para tratar la tripanosomiasis humana africana (enfermedad del sueño) y la sífilis. Estos compuestos se introdujeron en Brasil para tratar la leishmaniasis cutánea y mucocutánea, y más tarde en Italia para la forma visceral. Pocos años más tarde, Bramachari usó estibamina de urea, un antimonial pentavalente, molécula base de los medicamentos que aún se utilizan de manera casi generalizada.

Control

Las leishmaniasis se distribuyen en un centenar de países, abarcando desde zonas áridas a regiones tropicales, desde el nivel del mar a más de 2000m de altitud. Unos 10 millones de personas las sufren y, cada año, aparecen entre 1 y 1,5 mi-





llones de casos nuevos, de los que 0,3 millones son viscerales (el 90% en India, Bangladesh, Etiopía, Sudán y Sudán del Sur) y 0,7 a 1,2 millones son cutáneos (el 90% en Afganistán, Arabia Saudí, Argelia, Brasil, Iraq, Irán, Siria y Sudán).

En 2005 los gobiernos de India, Nepal y Bangladesh, los países que concentraban más del 60% de los casos de leishmaniasis visceral en el mundo, firmaron un acuerdo para eliminar la enfermedad antes de finalizar el 2015, entendiendo eliminación como <1 caso cada 10.000 personas de los distritos endémicos, durante al menos dos años consecutivos. El objetivo era reducir entre 20 y 40 veces los casos. Actualmente la mortalidad se ha reducido en un 94% y la eliminación se ha logrado en el 87% de los distritos endémicos, aunque con cierto retraso. El futuro es incierto porque al éxito transitorio le suele seguir de pérdida de interés político y el cansancio de los donantes. Podría ocurrir, como en los años 60-70, que la enfermedad volviera a repuntar después de varios años a expensas de enfermos de PKDL portadores del parásito que en muchos casos pasan desapercibidos al no causar dolor.

La situación en África es diferente. Los enfermos responden peor a cualquiera de las pocas opciones terapéuticas existentes y la inestabilidad social, con guerras recurrentes sobre todo en Sudán del Sur, lleva a frecuentes desplazamientos de poblaciones donde la malnutrición se asocia al colapso de los ya de por sí pobres sistemas de salud. En estas condiciones los brotes epidémicos son frecuentes y la aparición de nuevos focos, impredecible. El brote de los años 90 en Sudán del

Sur (entonces parte de Sudán) se cobró 100.000 vidas, un tercio de la población nuer, más que la propia guerra civil. La lección fue dura y sólo una pequeña red de alerta temprana ha permitido detectar a tiempo brotes como el de 2009 con casi 30.000 enfermos lo que permitió que la mortalidad detectada fuera del 4%, mucho más baja que la del brote de los 90 que fue del 35%.

En condiciones muy distintas, los brotes de leishmaniasis visceral zoonótica también ocurren pero por motivos diferentes. Los principales son los nuevos asentamientos en zonas rurales donde existía transmisión silvestre, y las alteraciones medioambientales que permiten la proximidad del ciclo de transmisión silvestre con el ciclo doméstico (por ejemplo, zorro infectado-flebotomo-perro vagabundo y, a continuación, perro vagabundo-flebotomo-perro doméstico, infectándose

esporádicamente el humano). Se trata de brotes con muchos menos casos pero que causan alarma social por ser de transmisión periurbana, como en los brotes recientes de Posadas (Argentina), Tiflis (Georgia) o Fuenlabrada (España). En el caso de la leishmaniasis cutánea antroponótica (humano con una úlcera-flebotomo-humano), los brotes se asocian al medioambiente degradado donde proliferan los flebotomos y al hacinamiento, por eso es tan típica esta forma en los campos de refugiados en lugares donde previamente la transmisión existía, pero era de baja intensidad.

Medicamentos para Enfermedades Olvidadas (DNDi)

La iniciativa para Medicamentos para Enfermedades Olvidadas (DNDi por sus siglas en inglés) es una organización sin ánimo de lucro dedica-

“La leishmaniasis es un claro ejemplo de enfermedad asociada a la pobreza. Luchar contra esta enfermedad, desde el laboratorio al terreno, es combatir la inequidad”

Leishmaniasis cutánea (sobreinfectada)





da a la investigación y desarrollo (I+D) de medicamentos que se basa en la colaboración de diferentes asociaciones. Su objetivo es mejorar la salud y la calidad de vida de poblaciones afectadas por enfermedades tropicales desatendidas empleando un modelo alternativo de desarrollo de fármacos, al tiempo que se garantiza un acceso equitativo a los mismos.

La meta principal de DNDi es entregar de 11 a 13 nuevos tratamientos en 2018, de los que 7 ya se han conseguido, y una veintena para 2023 gracias a haber establecido un sólido portafolio de I+D. Para alcanzar esta meta, DNDi paralelamente se ha esforzado en utilizar y fortalecer la capacidad de investigación ya existente en los países en los que dichas enfermedades son endémicas, así como en sensibilizar a la opinión pública y a los gobiernos sobre la necesidad de desarrollar nuevos tratamientos para estas enfermedades.

Teniendo en cuenta que los tratamientos para la leishmaniasis visceral sólo son cinco y que comparten toxicidad, larga duración de administración, alto coste o/y tendencia a desarrollar resistencias, la prioridad de DNDi es desarrollar una combinación de dos medicamentos orales, seguros, eficaces, sin dependencia de cadena frío y de bajo coste. Se trata de conseguir un tratamiento más corto (≤ 10 días) que pueda sustituir a los tratamientos actuales y mejorar su administración en lugares remotos. Para la leishmaniasis cutánea, el objetivo de DNDi es desarrollar un nuevo medicamento basado en tres conceptos: poder antiparasitario, cicatrizante e inmunomo-

dulador, asegurando un tratamiento de administración tópica u oral, de bajo coste, que pueda ser utilizado por pacientes en zonas remotas y que efectivamente sane las lesiones sin dejar cicatrices profundas.

Consideraciones finales

La leishmaniasis es un claro ejemplo de enfermedad asociada a la pobreza. Luchar contra esta enfermedad, desde el laboratorio al terreno, es combatir la inequidad. En la cuenca mediterránea es conocida por afectar al perro que es simultáneamente enfermo y parte del

ciclo, pero más allá de su importancia como mascota, hay en el mundo un millón de personas que se infectan anualmente y que son ignoradas por pertenecer a los segmentos sociales más desfavorecidos. En Asia se han alcanzado cotas en la eliminación muy importantes, pero hay que lograr que perduren con la participación de políticos, ONGs y donantes. Su compromiso no tiene que desfallecer por la autocomplacencia de lo logrado. En África el recorrido es, otra vez, más largo. La inversión en I+D y el compromiso social tiene que volver su mirada a ese continente ■



“Uno de los objetivos de DNDi es desarrollar medicamentos menos costosos que sean fáciles de transportar y administrar”

Huaco precolombino, cultura Mochica, Perú. Museo de América, Madrid. A la derecha, niño peruano con destrucción del tabique nasal por leishmaniasis mucocutánea.



Charles Waterton:

Explorador y
naturalista



Azucena López Márquez y
Antonio G. Valdecasas

Retrato de Charles Waterton a los
42 años / Charles Willson Peale,
National Portrait Gallery

La influencia de Charles Waterton, gran naturalista y uno de los primeros conservacionistas, se prolonga hasta la actualidad. En estas líneas os ofrecemos una biografía de este coetáneo de Darwin que durante su vida demostró con sus taxidermias imposibles que gozaba de un más que saludable sentido del humor.

Dicen que los ingleses tienen un ‘espíritu explorador’ innato. Puede que no más, tampoco menos, que los habitantes de otros países, si tenemos en cuenta diferentes épocas de su historia. Si no, que se lo digan a Marco Polo, a Alvar Núñez Cabeza de Vaca, o a un número ilimitado de reconocidos viajeros y viajeras (aunque la de estas últimas es otra historia) de todos los tiempos y naciones. Puede que la idiosincrasia sea más determinante que los países. También, que haya momentos en los que un país ‘mire’ hacia fuera, y otros en los que se enclaustra dentro. ¿Será el Brexit una expresión reciente de esto último?

El siglo XIX contó con grandes exploradores y naturalistas ingleses. Darwin, Wallace, Fawcett, son sólo tres de los nombres con los que se podría constituir una larga lista. En ella es especialmente relevante para un museo de historia natural como el nuestro, la figura de Charles Waterton, recio inglés de Yorkshire (1782 – 1865).

Waterton tuvo una vida singular en muchos aspectos y gran sensibilidad hacia la naturaleza, sobre todo si lo medimos con los parámetros de valor que se empleaban en el siglo XIX. Fue una

persona multifacética, de una curiosidad inagotable, firme defensor de la naturaleza, y precursor e innovador en varios ámbitos de la historia natural.

Fue el primero en crear una reserva natural, ubicada en su Yorkshire natal, Walton Hall, que protegió con un muro de 5 km y cerca de 5 me-

“Waterton fue el primero en crear una reserva natural, ubicada en su Yorkshire natal, donde instaló especies y nidos artificiales para aves”

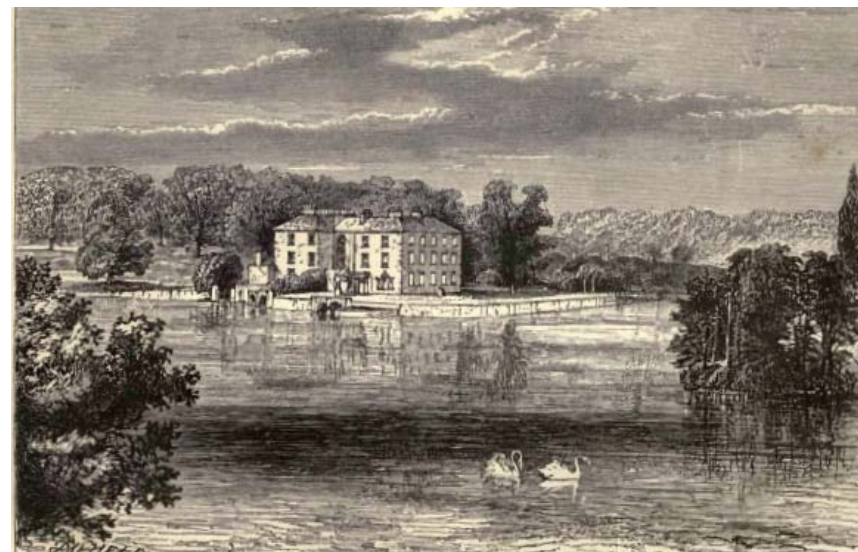


Imagen de Walton Hall, Wakefield, lugar de residencia de la familia Waterton

tros de alto, donde instaló especies y nidos artificiales para aves. Esta iniciativa de Waterton tiene su traducción actual en la propuesta de Edward Wilson, el famoso biólogo americano que ha contribuido a difundir el término Biodiversidad. Wilson propone reservar “la mitad de la tierra” (Wilson, E. O. (2016). *Half-earth: our planet’s fight for life*. WW Norton & Company.), para que no acabemos definitivamente con la biodiversidad, salvo por aquellas especies emblemáticas, a la que podemos asignar un “pensionado”, en palabras de Sánchez Ferlosio, es decir, aquellas a las que habrá que proveer de espacio, comida, pareja y cuidados especiales, si queremos que sobrevivan. Es lo que ya se hace con el lince o el oso, entre otras especies.





“Siempre ajustándose a lo empíricamente comprobable escribió Wanderings in South America; Essays on Natural History, libros sobre naturaleza que todavía se leen con gusto”

Suele atribuírsele a Waterton poner de manifiesto que el **curare** no era un veneno, sino un potente relajante muscular. Tan potente, que te puede matar. Está descrito un experimento en el que administró curare a tres burros, dos de los cuales murieron y el tercero pudo sobrevivir gracias a la respiración asistida que se le aplicó por medio de fuelles durante cuatro horas. Su uso posterior como anestésico mereció la celebración de un congreso internacional en su memoria, en 1982, en su querido **Walton Hall**.

Waterton también fue muy activo como conservacionista, en su lucha contra la contaminación industrial. En muchas ocasiones y lugares se plantea la falsa dicotomía entre el desarrollo social, con el coste que acarrea en contaminación de tierras, agua y aire, o mantener a la sociedad en un estado subdesarrollado, con las implicaciones que tiene de miseria y enfermedades. Debate complejo en el siglo XIX y todavía actual en muchas partes del mundo. Waterton luchó con la contaminación que producía la fábrica de jabón de Edward Thornhill-Simpson, cercana a su reserva. Ganó la disputa, pero todo se perdió cuando, a su muerte, su propio hijo vendió los terrenos a la familia de Edward.

Puede que la vertiente como taxidermista de Waterton sea motivo de desagrado para algunos. Sus técnicas, apreciadas por Charles Darwin, que lo visitó en Walton Hall, no siempre fueron empleadas con un fin naturalista. En justicia, Waterton fue el principal (si no único) representante de la **taxidermia ‘caricaturesque’**, antecesora de la que después se llamaría ‘naturalización grotesca’. En casos singulares, como en su naturalización de criaturas a las que llamó ‘Noctifer’,



Vista aérea actual de Waterton Park Hotel and Walton Hall, Yorkshire / Waterton Park Hotel

“Activo conservacionista, Waterton luchó para evitar la contaminación que producía la fábrica de jabón de Edward Thornhill-Simpson, cercana a su reserva”





'Nondescript' y otros, nuestro naturalista se sirvió de diferentes partes animales, para producir naturalizaciones parecidas a algunos de sus enemigos políticos. Él mismo negó, con palabras que más bien lo confirmaban, que la criatura bautizada como el 'Nondescript' tuviera nada que ver con J. R. Lushington, Secretario del Tesoro inglés. Hecho de partes de un mono aullador, Waterton indicó que era el 'eslabón perdido' en la evolución del hombre, según la teoría 'recientemente expuesta por Mr. Charles Darwin'. Una de estas naturalizaciones se puede ver hasta el 21 de mayo, en la exposición "**Making Nature: How we**



Ilustración de 'Nondescript' que aparece en una de las obras de Waterton, *Wanderings in South America* / J.H. Foljambe.



Sapo corredor, muestra típica de taxidermia grotesca de la Colección de Herpetología del MNCN/Jesús Juez

see animals" en las salas de la *Wellcome Collection de Londres*.

Todo esto puede parecer más o menos anecdótico, pero es una forma de llamar la atención sobre esta persona tan singular, que publicó sus viajes por Sudamérica, en unas obras que todavía se leen con gusto (*Wanderings in South America; Essays on Natural History*). Antes de embarcarse a la Guyana inglesa, donde su familia tenía ciertas posesiones, Waterton pasó el año de 1802 en Málaga. Allí asistió a la devastadora irrupción de la fiebre amarilla, que acabó con la vida de unos 15.000 malagueños y desplazó a cerca de 50.000. De su propio relato se deduce que fue en Málaga donde adquirió cierta resistencia contra la Malaria, además de un conocimiento del español que le sería muy útil en sus andanzas sudamericanas. Su presencia en Málaga se explica por la inmigración

"En su vertiente como taxidermista, Waterton fue el principal representante de la taxidermia 'caricaturesque', antecesora de la que después se llamaría 'naturalización grotesca'"



a España de ingleses de profesión católica, para evitar la persecución –sobre todo económica– del gobierno inglés. La historia de sus tíos maternos, que le acogieron allí, forma parte de una saga de otros muchos ingleses, que como los Huelin y otros, desembarcaron tempranamente en la Málaga del siglo XIX, por razones semejantes.

Un aspecto a destacar, es que tanto en *Wanderings* como en sus ensayos *Essays*, Waterton no se deja caer en esa zoología mistificadora que popularizaron Gosse y otros autores, y que ha sido recientemente recuperada por los 'criptozoólogos', ansiosos de misterios y muy cercanos, cuando no declaradamente, creacionistas. Waterton siempre tuvo los pies en tierra, muy frecuentemente desnudos, pero se ajustó a lo empíricamente comprobable. Vaya eso en su crédito.

Agradecimientos:

Por su amabilidad al habernos cedido los derechos para reproducir distintas imágenes y documentos de Charles Waterton: **Waterton Park Hotel** y el **Departamento de Biología del colegio Stonyhurst** ■

¿Te avisamos cuando salga el próximo número?



Si quieres que te enviemos un aviso de la publicación de los próximos números de la revista del MNCN escríbenos a:

naturalmente@mncn.csic.es

con la palabra 'Alta' en el asunto y recibirás un correo electrónico cada vez que salga un número nuevo de la revista.

A través de ese correo también puedes enviarnos tus dudas y sugerencias para mejorar la revista.





Breves de Investigación

En esta sección encontrarás resúmenes breves de algunos de los artículos de investigación que han publicado los investigadores del MNCN.

Describen la edad y las estrategias que han propiciado el éxito evolutivo de la bacteria *Wolbachia*

Estar en el lugar adecuado en el momento preciso. Esa ha sido la clave del éxito evolutivo de la bacteria *Wolbachia* que utiliza como hospedadores a cerca del 40% de las especies de artrópodos y algunos nematodos. El estudio demuestra que esta bacteria intracelular apareció hace al menos 200 millones de años. A lo largo de este tiempo los diferentes linajes han evolucionado junto a sus hospedadores actuando unas veces como parásito y otras estableciendo una relación de simbiosis. [[Leer más](#)]



M. Gerth and C. Bleidorn (2016) Comparative genomics provides a timeframe for *Wolbachia* evolution and exposes a

recent biotin synthesis operon transfer. *Nature Microbiology*
DOI: 10.1038/NMICROBIOL.2016.24.1

Descubren que los sapos detectan la lluvia a través del oído interno

Un equipo internacional ha demostrado que los sapos son capaces de detectar vibraciones de baja frecuencia. El estudio, que aparece publicado en la revista *Current Biology*, pone de manifiesto que los sapos tienen órganos especiales en el oído que les ayudan a saber cuándo pueden salir de sus refugios. En concreto, tienen detectores sísmicos en oído interno cuya utilidad se desconocía. [[Leer más](#)]



R. Márquez, J.F. Beltrán, D. Llusia, M. Penna, and P.M. Narins. "Synthetic rainfall vibrations evoke toad emergence." *Current Biology* DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2016.11.005>

Documentan un caso de especiación extremadamente rápida en aves: los juncos de Norteamérica

Los juncos de ojo oscuro, *Junco hyemalis*, y los juncos de ojo amarillo, *Junco phaeonotus*, son gorriones de la familia Emberizidae cuya evolución ha seguido caminos muy diferentes. Los investigadores han podido demostrar cómo los primeros se han diversificado en al menos seis linajes diferentes desde Arizona hasta Alaska en solo 15.000 años, mientras los segundos apenas muestran diferencias tras cientos de miles de años de aislamiento geográfico en las montañas de México y Guatemala. [[Leer más](#)]

Friis, G., Aleixandre, P., Rodríguez-Estrella, R., Navarro-Sigüenza, A. y Milá, B. (2016) Rapid postglacial diversification and long-term stasis within the songbird genus *Junco*: phylogeographic and phylogenomic evidence. *Molecular Ecology*





El calentamiento global amenaza los jardines de gorgonias ecuatorianas

El calentamiento global podría acabar con los jardines submarinos ecuatorianos de gorgonias, en el océano Pacífico oriental. Estos abanicos de mar constituyen ecosistemas fundamentales en el medio marino, ya que funcionan como estructuras hospedadoras para muchos organismos, pero son muy vulnerables, entre otras, a la acción de hongos patógenos. Un estudio apunta a que una variación en las condiciones climáticas podría desencadenar la acción del hongo *Aspergillus sydowii*, responsable principal de la mortalidad masiva de gorgonias en el Caribe, pero que en el litoral continental de Ecuador aún se encuentra en estado latente. [\[Leer más\]](#)

M. Mar Soler-Hurtado, José Vladimir Sandoval-Sierra, Annie Machordom, Javier Diéguez-Urbeondo. *Aspergillus sydowii* and Other Potential Fungal Pathogens in Gorgonian Octocorals of the Ecuadorian Pacific. *PLOS ONE*. DOI: 10.1371/journal.pone.0165992



Las aves migratorias contribuyen a regular los ciclos de energía de los ecosistemas

Un equipo internacional de investigadores ha comprobado que la duración y la dirección de los movimientos de las aves migratorias están íntimamente ligados a la disponibilidad de alimento que detectan en los diferentes ecosistemas por los que pasan. El artículo, publicado en *Sciences Advances*, revela que la producción media anual de los ecosistemas es consumida principalmente por la biodiversidad residente, mientras que las especies migrantes suelen aparecer cuando hay picos de productividad contribuyendo a la regulación de los ciclos de energía. [\[Leer más\]](#)

K. Thorup, A.P. Tøttrup, M. Willemoes, R.H.G. Klaassen, R. Strandberg, M. Lomas Vega, H.P. Dasari, M.B. Araújo, M. Wikelski and C. Rahbek (2017) Resource tracking within and across continents in long-distance bird migrants. *Science Advances* DOI: 10.1126/sciadv.1601360

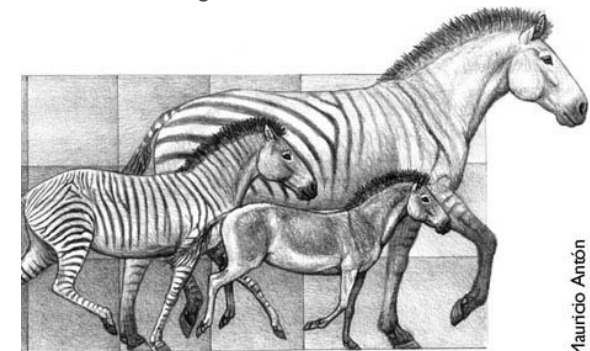


Ron Knight

Los cambios climáticos, responsables de la gran diversificación de los caballos

Los cambios climáticos, entendidos como factores del entorno, han sido los principales responsables de la gran diversificación de los caballos, caracterizada por una rápida acumulación de especies, durante los últimos 20 millones de años. Esta es la principal conclusión de un trabajo que aparece publicado en el último número de la revista *Science*. Los científicos han analizado 140 especies, la gran mayoría extintas, y han sintetizado décadas de estudios del registro fósil de los caballos en todo el planeta. [\[Leer más\]](#)

J. L. Cantalapiedra, J. L. Prado, M. Hernández Fernández, M. T. Alberdi. Decoupled ecomorphological evolution and diversification in Neogene-Quaternary horses. *Science*. DOI: 10.1126/science.aag1772



Mauricio Antón

En el área mediterránea, los inviernos secos reducen la diversidad genética de los herrerillos

La reducción de las precipitaciones invernales en el Mediterráneo afecta negativamente a la





probabilidad de supervivencia y a la diversidad genética de los herrerillos comunes, *Cyanistes caeruleus*. Esto es lo que demuestran investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) y la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM) en un artículo que publican en la revista *Ecology and Evolution*. [[Leer más](#)]

Esperanza S. Ferrer, García-Navas, V., Sanz, J.J. y Ortego, J. (2016) The strength of the association between heterozygosity and probability of interannual local recruitment increases with environmental harshness in blue tits. *Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.2591



Corroboran los efectos del cambio climático comparando datos empíricos de cerca de 1.000 especies

Con datos empíricos de alrededor de 1.000 especies animales y vegetales, un grupo internacional de investigadores ha constatado que el aumento de la temperatura ha provocado, en

los últimos 37 años, cambios en el tamaño de las poblaciones y en la distribución de las especies en Centro Europa. Desde 1980, la temperatura media anual en las zonas de estudio aumentó en aproximadamente 0.3 grados por década. En este tiempo casi la mitad de especies mostraron cambios significativos en sus poblaciones. [[Leer más](#)]

Diana E. Bowler, et al. (2017) Cross-realm assessment of climate change impacts on species' abundance trends. *Nature Ecology & Evolution*

Descubren una de las primeras evidencias culturales de los humanos modernos fuera de África

Un equipo de científicos ha identificado las primeras evidencias culturales fuera de África atribuidas a los humanos anatómicamente modernos. Se trata de un conjunto de herramientas de piedra, de una antigüedad de hasta 54.000 años, encontradas en la cueva de Kaldar (Irán). Han hallado herramientas de piedra asociadas a restos faunísticos en un nivel datado por Carbono 14 entre 36.000 y 54.000 años de antigüedad. [[Leer más](#)]



Bazgir, B., Ollé, A., Tumung, L., Becerra-Valdivia, L., Douka, K., Higham, T.F.G., Made, J.v.d., Picin, A., Saladié, P., López-García, J.M., Blain, H.-A., Allué, E., Fernández-García, M., Rey-Rodríguez, I., Arceredillo, D., Bahrololoumi, F., Azimi, M., Otte, M., Carbonell, E., 2017. Understanding the emergence of modern humans and the disappearance of Neanderthals: Insights from Kaldar Cave (Khorramabad Valley, Western Iran), *Scientific Reports* 7, 43460. doi: 10.1038/srep43460.

Logran secuenciar el ADN del veneno que producen algunos gusanos marinos

Un equipo internacional de investigadores ha logrado por primera vez secuenciar el ADN de la neurotoxina que produce una especie de anélidos poliquetos. Además de dar el primer paso para utilizar esta toxina como medicamento, los científicos han descubierto el sistema de órganos y tejidos venenoso de los Glyceridae, familia de anélidos poliquetos. [[Leer más](#)]

Richter, S., Helm, C., Meunier, F.A., Hering, L., Campbell, L.I., Drukewitz, S.H., Undheim, E.A.B., Jenner, R.A., Schiavo, G., Bleidorn, C. (2017) Comparative analyses of glycerotoxin expression unveil a novel structural organization of the bloodworm venom system. *BMC Evolutionary Biology* 17, 64.



Tesis Doctorales del MNCN

Árboles mediterráneos en la cuerda floja: sequías extremas, ¿un crimen con atenuantes?

Alicia Forner

Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

Directores: Fernando Valladares Ros e

Ismael Aranda García

Febrero 2017

En las últimas décadas se ha incrementado la frecuencia de las sequías extremas en la región mediterránea y se espera que se intensifiquen en los próximos años debido al cambio climático. El estrés hídrico generado en estos ecosistemas ha propiciado que las especies desarrollen diferentes estrategias en la gestión del recurso hídrico, así como la puesta en funcionamiento de mecanismos ecofisiológicos que les permitan adaptarse a estas perturbaciones. Sin embargo, todavía no se dispone de una información completa sobre la efectividad de estas distintas adaptaciones y respuestas a sequías extremas y recurrentes. Además, se desconoce la importancia de muchos de los factores que pueden modular la respuesta a las sequías. Los objetivos generales de este estudio fueron: (1) comprender la respuesta funcional a las sequías extremas de especies forestales mediterráneas coexistentes y con contrastadas estrategias hídricas; (2) cuantificar la modulación de la respuesta a las sequías extremas que ejercen

las condiciones microclimáticas y la fragmentación del territorio.

Para abordar estos objetivos se estudiaron las principales variables ecofisiológicas, la intensidad de la sequía y se consideraron diferentes descriptores del microclima y de la fragmentación del territorio como posibles factores moduladores de la sequía. El estudio se llevó a cabo en un ecosistema mediterráneo forestal en el que coexisten especies arbóreas con diferentes historias evolutivas y tolerancias a la sequía (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf) Samp., *Quercus faginea* Lam. y *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco). Para abordar el efecto de la fragmentación en la modulación de la sequía se seleccionó la encina (*Q. ilex*), una de las especies arbóreas más representativas de los ecosistemas mediterráneos.

Nuestros resultados señalan la elevada complejidad de la respuesta de las especies forestales mediterráneas a los eventos de sequía, así como una diferente capacidad potencial de afrontar periodos secos extremos según la estrategia hídrica propia de cada especie. Los resultados muestran una cierta desventaja en el balance de carbono por parte de especies evitadoras de la sequía como *P. nigra* a la hora de afrontar los eventos extremos, lo cual podría acentuarse bajo una mayor frecuencia de estos eventos. Hemos encontrado que el microclima y la fragmentación pueden ser

factores atenuantes significativos de las sequías extremas y de la gravedad de sus efectos sobre las especies estudiadas, así como elementos que facilitan la recuperación del arbolado tras los eventos de sequía. Las dos especies de *Quercus* se mostraron más resistentes, pero no más resilientes, en sus respuestas a la sequía que *P. nigra*. A pesar de la intensidad de las sequías acaecidas y de los claros síntomas de las especies de encontrarse cerca de su límite de tolerancia, el arbolado no mostró signos de decaimiento general sostenido ni hubo mortandad en ninguna de las tres especies. Esto corrobora la elevada resiliencia de los ecosistemas mediterráneos y señala que la aridificación climática aún no ha alcanzado niveles irreversibles para la funcionalidad de las especies y localidades estudiadas. No obstante, también pone de manifiesto la posibilidad real



Individuos de *P. nigra* secos desde el verano de 2012 en el Parque Natural del Alto Tajo. Foto tomada en Febrero de 2013. / Alicia Forner

de que repetidas sequías extremas puedan modificar esta pauta, y dar lugar al inicio del decaimiento y muerte de los ejemplares de alguna de las especies ya que el umbral de no recuperación no parece encontrarse muy lejos de los niveles observados en las sequías extremas que ya han tenido lugar en la zona de estudio.

Environmental determinants and mechanisms of Population dynamics: biotic and abiotic effects on life-histories of age-structured populations of common lizards (*Zootoca vivipara*)

Cristina Romero Díaz
Universidad Autónoma de Madrid
Director: Patrick S. Fitze
 Enero 2017

El objetivo final de todos los esfuerzos conservacionistas es preservar la diversidad (i.e., variabilidad) a diferentes niveles de organización biológica y ecológica. Durante mucho tiempo ha sido reconocido que la variabilidad intra-específica puede facilitar la adaptación a ambientes naturalmente variables y, por lo tanto, favorecer la persistencia de las especies a lo largo del tiempo. La adaptación puede lograrse a través de la plasticidad fenotípica o mediante cambios en la composición genética de las poblaciones mediante selección, un proceso que puede ser más o menos lento, dependiendo de la biología de cada especie.

Ante un clima global cambiante, la cuestión de si (y cómo de rápido) las especies pueden adaptarse

a las alteraciones de los ecosistemas, especialmente aquellas de origen antropogénico, ha adquirido suma importancia. Para responder a esta pregunta, primero debemos saber cómo responden las especies a los cambios ambientales y en qué medida se ven afectadas por dichos cambios. Este conocimiento puede ser utilizado para mejorar la gestión de los esfuerzos conservacionistas y ayudar a la preservación de la biodiversidad.

El objetivo de la tesis es evaluar experimentalmente las respuestas poblacionales frente a condiciones ambientales bióticas (e.g., estructura demográfica) y abióticas (e.g., humedad) a través del estudio de las historias vitales individuales,

poniendo de manifiesto relaciones de causalidad, y explorar los mecanismos próximos implicados, utilizando como especie modelo un vertebrado ectotermo con conocida plasticidad ecológica, la lagartija de turbera (*Zootoca vivipara*).

Los resultados desvelaron que los mecanismos dependientes de la densidad son procesos clave para la dinámica de poblaciones en *Z. vivipara*, en concreto, la competencia asimétrica entre la cohorte adulta y las cohortes más jóvenes y la competencia intra-específica, pudiendo éstas ser de naturaleza ecológica o social. Los factores exógenos, humedad de hábitat y estocasticidad de las precipitaciones, interactúan de manera im-



1) Población semi-natural experimental de *Z. vivipara*; 2) Mantenimiento de ejemplares en el laboratorio; 3) *Z. vivipara* (subadulto); 4) Eclosión de una puesta / Cristina Romero Díaz





portante con factores endógenos, es decir, con las estructuras de edad, sexo y composición de morfos en la población, afectando a la regulación dependiente de la densidad. La estocasticidad climática podría incluso tener consecuencias más drásticas sobre la eficacia biológica que cambios en los valores medios de los componentes climáticos y sería recomendable tenerla en cuenta.

También se comprobó que existe un patrón de apareamiento dependiente del contexto por el cual la elección de pareja por parte de la hembra depende principalmente de las frecuencias de morfos en los subadultos cuando tiene lugar la selección sexual. Este proceso está influenciado, al menos, por la humedad del hábitat y determina el éxito reproductivo de los machos, sugiriendo que tanto la selección natural como la selección sexual son fuerzas que co-actúan, dirigiendo la dinámica poblacional en *Z. vivipara*, y son las responsables del mantenimiento del polimorfismo para el color ventral de los machos.

A pesar de que *Z. vivipara* demostró flexibilidad en varios rasgos de historia de vida, permitiendo cierto grado de compensación inmediata ante cambios ambientales, también hubo grandes efectos negativos sobre la eficacia biológica que comprometerían la viabilidad de sus poblaciones. De hecho, los resultados estuvieron de acuerdo con la disminución en el rango de distribución para los reptiles europeos proyectado por modelos de distribución de especies bajo escenarios futuros de cambio climático. Por tanto, cambios en la humedad del hábitat podrían actuar

como mecanismo próximo a través del cual el cambio climático conduciría a la disminución de las poblaciones y a la pérdida de biodiversidad. No obstante, la capacidad de responder, recuperarse y persistir ante cambios ambientales *in situ* dependerán en gran medida de las características demográficas a nivel local (e.g., tamaño y estructura de la población).

Factores ecológicos y evolutivos que afectan a la dinámica de la comunicación química en lagartos

Roberto García Roa
Universidad Complutense de Madrid
Directores: José Martín y Pilar López
 Enero 2017

Múltiples trabajos sobre comunicación química han revelado que el sistema quimiosensorial influye numerosos procesos subyacentes a la ecología y evolución de los reptiles. Sin embargo, sabemos muy poco sobre cómo la señalización química se ve influida por factores ecológicos y evolutivos. Así, usamos los lagartos para investigar la comunicación química, utilizando diferentes enfoques (químico, comportamental o evolutivo). Describimos una metodología analítica alternativa para estudiar las secreciones químicas de lagartos basada en cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). Además, hemos estudiado un caso de dimorfismo sexual en la señalización química del lagarto *Liolaemus wiegmanni*. También investigamos si restricciones en la dieta pueden

obstaculizar la expresión de una señal potencialmente honesta (vitamina E) en *Iberolacerta cyreni*. Además, evaluamos divergencias en la señalización química entre especies relacionadas (*Podarcis bocagei* y *Podarcis carbonelli*) y entre poblaciones de la misma especie (*Gallotia galloti*), discutiendo si el ambiente podría ser el causante de tales diferencias. Finalmente, estudiamos la diversificación de las glándulas foliculares epidérmicas y algunos de los compuestos identificados en las secreciones glandulares a lo largo de Squamata y lacértidos, respectivamente. Así, hemos encontrado que la metodología analítica propuesta es capaz de detectar efectos fisiológicos y ambientales (temperatura) en la composición de las señales química de los lagartos. Por otro lado, las hembras de *L. wiegmanni* pueden transmitir información a través de las glándulas foliculares y además, esta información es significativamente distinta a la de los machos. Revelamos también que la suplementación en la dieta de vitamina E a los machos de *I. cyreni* alteró la señalización química y la respuesta inmune de los machos, así como la respuesta comportamental de las hembras. Además, encontramos considerables diferencias en las señales químicas de *P. bocagei* y *P. carbonelli*, lo que podría estar asociado a diferencias ambientales entre ambas especies. También, observamos divergencias en el perfil químico de las secreciones femorales de tres poblaciones de *G. gallotia* (*G. g. eisentrauti*, *G. g. galloti* y *G. g. palmae*), las cuales podrían estar provocadas por diferencias en las condiciones de temperatura y precipitación donde habita cada población. Además, observamos posibles efectos estacionales en





los perfiles químicos de *G. g. eisentrauti* y *G. g. galloti*. Nuestros análisis sobre la evolución de los ocho compuestos revelaron una diversificación heterogénea de los mismos en cuanto a modo y tiempo. Respecto a las glándulas foliculares epidérmicas en Squamata, nuestros resultados sugieren que el número de estas sigue un modelo de evolución estabilizante, en el que habría un efecto moderado de la señal filogenética. Obtuvimos que la ausencia de estas glándulas sería el estado ancestral en Squa-

mata con un considerable efecto de la filogenia en la localización anatómica de las mismas. El sexo, las condiciones climáticas, la dieta y las relaciones filogenéticas se revelan como factores influyentes en la composición final de las señales químicas de los lagartos y por tanto, el estudio desde múltiples perspectivas es la única vía para conseguir finalmente un profundo conocimiento del papel que juega el sistema quimiosensorial en la ecología y evolución de los lagartos.



© R. García-Roa

1) Macho de lagartija colilarga, *Psammodromus algirus* / Roberto García Roa

Para recibir un correo electrónico cuando salga el próximo número o darnos tu opinión escríbenos a naturalmente@mncn.csic.es

Descubre el blog

‘Viajes de Investigación’

En este blog podrás seguir a los investigadores del MNCN durante sus viajes por todo el mundo.



Viajes de Investigación 
Expediciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales, del CSIC

Home Antártida Patagonia Contacta About Norteamérica



COLOMBIA
Viaje a Colombia: El Caribe, riqueza natural y pobreza social



PAPÚA NUEVA GUINEA
Expedición a Papúa Nueva Guinea: "viento en popa"



MARRUECOS
Descifrando la información contenida en los peces de Marruecos (Parte II)



PATAGONIA
Viaje a la Patagonia Argentina: Península Valdés y Pingüino de Magallanes (I)

<http://viajesdeinvestigacion.wordpress.com/>

Arquitectura animal



Nido de la oropéndola. Animal constructor "tejedor". Este bello ave recibe su nombre de su color dorado y del característico pendular de sus nidos colgantes con el viento. (Fotografía: Roberto Fernández González)



Juan Carlos
Castillo
Ochandiano



Guiadas por su instinto, muchas especies construyen moradas de las que los primeros homínidos aprendieron. A través de la observación, el hombre descubrió los nidos y guaridas de los animales así como su forma de construirlos. En estas líneas Juan Carlos Castillo enumera algunas de las curiosas ‘viviendas’ que elaboran los animales.

Igual que el hombre, la mayoría de los animales distribuyen su espacio de forma ordenada para cubrir sus necesidades vitales; así, dentro de los límites de su territorio establecen zonas para dormir, para cazar, para comer, otras como retrete, etc.

Para esta breve exposición, me he limitado a enunciar algunas de las características de las moradas de peces, mamíferos y aves. Dejo para otra ocasión las interesantísimas variedades y características de las viviendas de los invertebrados, en especial de los insectos y los arácnidos.

Peces:

El beta o luchador siamés construye su casa en la superficie. Este pez forma una especie de cestillo con burbujas muy consistentes de saliva. Otras especies prefieren ubicar sus nidos en la arena. Es el caso del macho del espinoso, que construye su nido al final de la primavera, a base de trozos de plantas. Después baila delante del nido para ‘incitar’ a hembras para que pongan en él sus huevos. El macho fertilizará los huevos y los protegerá hasta que nazcan las crías.

También la especie descubierta en 2015, *Torquigener albomaculosus*, prepara su casa en los fondos marinos. Los peces macho elaboran nidos circulares, de unos 2 metros de diámetro con diseños geométricos en forma de crestas y ranuras que sirven para minimizar el efecto de las corrientes y, posiblemente, evitar los ataques de depredadores.

Mamíferos:

Algunos mamíferos, como el ornitorrinco, construyen sus madrigueras a orillas del agua, en las zonas más anchas y tranquilas de los ríos. Sus guaridas tienen dos entradas, una acuática y otra terrestre que, normalmente, suele estar practicada en un lugar protegido por la vegetación. La rata almizclera parece tan aficionada a la humedad como el castor y pasa la mayor parte de su vida en el agua. Esta admirable cavadora abre galerías de mucha extensión que solo tienen una entrada bajo el agua.

Los castores son muy familiares en su organización. Pueden permanecer toda la vida en la misma vivienda y, además de emparejarse de for-

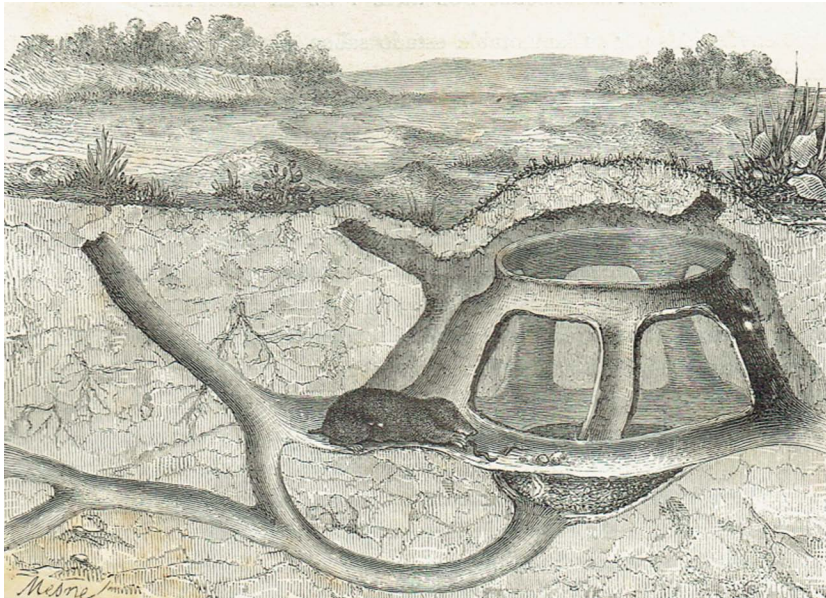


Nido del pez Beta; pez japonés, llamado “luchador de Siam” (Fotografía: Andrey Roth; fuente: “El asombroso mundo de la naturaleza” de Selecciones del Reader’s Digest, Madrid 1.969:73)

ma estable, varias generaciones suelen compartir vivienda. La morada del castor tiene forma de campana, de uno a dos metros y medio de diámetro y un metro de alto. Tienen al menos dos accesos, uno para la entrada de provisiones y otro para el uso de la familia. Aunque la zona habitable permanece siempre seca, las entradas permanecen sumergidas bajo el agua gracias a los diques que construyen con ramas, barro y troncos de árboles que talan sin dificultad gracias a sus grandes incisivos. Cuando la temperatura baja lo suficiente para congelar el agua el castor recubre su nido con lodo que, al congelarse, forma una cáscara prácticamente indestructible de unos 25 cm. de espesor.

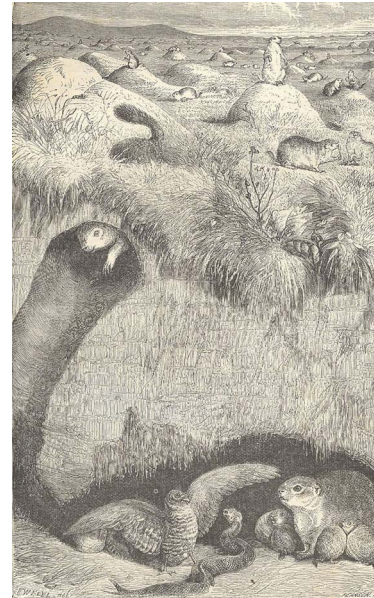
Mamíferos como las marmotas o los osos pardos, necesitan viviendas que les mantengan seguros durante los meses en los que se aletargan o





Nidos del topo

Ilustraciones de John George Wood; fuente: *Las casas sin manos* 1.875



Nidos del perro de las praderas

hibernan. Las primeras se construyen madrigueras suficientemente profundas como para no sufrir las heladas. Los segundos aprovechan como refugio las cuevas o huecos en árboles de gran tamaño.

El tejón construye madrigueras cuya cavidad habitable, que se encuentra a unos cinco metros de profundidad, es accesible desde varios pasillos. Pero el primer lugar entre los mamíferos cavadores lo tiene el topo, cuya morada es un inexpugnable prodigio de la arquitectura animal.

Tanto los conejos como los perros de las praderas, son animales sociables que terminan

La vivienda del castor tiene forma de campana, de uno a dos metros y medio de diámetro y un metro de alto. Son muy familiares y varias generaciones suelen convivir

formando enormes galerías donde viven muchos miembros como si de urbanizaciones se tratara. Las conejas preparan una madriguera separada para el parto y lactancia de sus gaza-

pos que saldrán a las tres semanas al exterior.

Por su parte, los zorros excavan laberínticas madrigueras, en terrenos blandos, donde van a parir. Estas madrigueras tienen frecuentemente tres entradas y varios túneles que, tras largos y tortuosos recorridos, desembocan en una despensa.

Otros mamíferos prefieren las alturas para vivir.

La ardilla construye pequeños nidos de forma esférica en la copa de los árboles. Su esmerada construcción incluye un techo impermeable en forma de cúpula. Aíslan el nido con una capa de hierba, hojas, musgo y astillas a la vez que ocultan su entrada con ramas, hierbas y hojas.

Los gorilas más que nido preparan una cama cada noche que abandonan al día siguiente para construir otra allí donde les sorprenda la puesta de sol.



Orangután descansando en su nido. / Artículo *Orangutans are People Too*





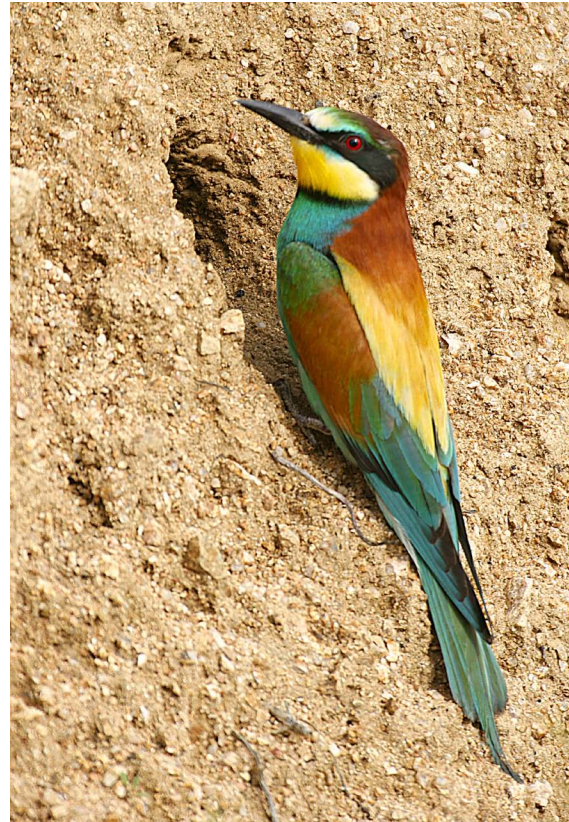
“Los mamíferos que hibernan necesitan viviendas que les mantengan seguros durante los meses en los que se aletargan”

Los orangutanes son para muchos el más inteligente de los animales (en malayo orangután significa persona del bosque). Están totalmente adaptados a la vida arborícola, se desplazan balanceando sus extremidades superiores a través de las ramas de la tupida selva tropical y rara vez bajan al suelo como no sea para cruzar espacios abiertos entre diferentes bosques. Como los gorilas, lo construyen cada tarde, preparan un nido con hojas y ramas en la encrucijada del nacimiento de varias ramas. Cuando llueve improvisa un paraguas confeccionado con grandes hojas para evitar mojarse.

Aves:

Los nidos de los pájaros son de una extraordinaria complejidad y variedad. A pesar de que no disponen de manos enfrentadas, como los gorilas o el hombre, las construcciones de las aves superan en complejidad las casas que son capaces de levantar los primates, excepto el hombre.

Su tamaño varía desde el diminuto nido del colibrí, de dos centímetros de profundidad y del tamaño de una moneda, al del águila calva, de tres metros de diámetro y que, formada por auténticas estacas, puede llegar a pesar más de dos toneladas.



Abejaruco: Ejemplo de animales taladradores, perforadores, excavadores / Roberto Fernández González

Los nidos pueden ser simples huecos excavados en la arena como los del charrán ártico, en los troncos de los árboles como los del pájaro carpintero o estar fabricados con los más diversos materiales: corteza de los árboles, hojas, junco, hierbas, fibras vegetales, plumas, barro, etc.

Aunque, en la mayoría de los casos, el nido tiene como finalidad proteger los huevos durante



Nidos del tilonorrinco. Arriba: *Cosas bellas de Animales*. Abajo: Artículo *Tilonorrinco*

el periodo de incubación y alojar las crías durante las primeras semanas de su existencia, algunos son viviendas permanentes, como en el caso del pájaro tejedor.

En cuanto a su situación, los hay a ras de suelo como el del pelícano, flotantes como el del somormujo cuellirrojo, colgados de los árboles como el de la oropéndola (que llega a preparar





Pájaro carpintero Imperial. Animal taladrador, vaciador. La UICN considera éste animal como posiblemente extinto / [7 animales extintos](#)

un pasadizo en forma de tubo que sirve de acceso al nido), bajo los aleros de las edificaciones como el de las golondrinas, o escondido entre los arbustos como el de la lavandera de pechuga amarilla.

Los halcones peregrinos prefieren instalarse en atalayas y oquedades naturales, siempre situadas a gran altura, aunque a veces también arrebatan sus confortables nidos, de palos y barro, a los cuervos, que son eficaces albañiles.

El pájaro lira construye una serie de montículos de un metro de ancho y salta de uno a otro, pavoneándose, mientras canta durante el galanteo nupcial.

El tilonorrinco de Australia y Nueva Guinea es un consumado arquitecto y paisajista. Se le llama pájaro jardinero por las complicadas glorietsas, de hasta 2,5 metros de altura, que a

“La ubicación de los nidos de las aves es tremendamente diversa. Los hay a ras de suelo, flotantes, colgados de los árboles, bajo los aleros de las edificaciones o escondidos entre los arbustos”

base de tallos vegetales construye el macho como escenario para el cortejo y el apareamiento. Es un caso especialmente llamativo ya que utiliza instrumentos o herramientas, trozos de corteza de árbol, con los que aplica una pasta hecha con saliva, plantas masticadas y a veces carbón, para “pintar” sus parterres.

Los pájaros carpinteros tienen una distribución cosmopolita, exceptuando Australia, Madagascar y las regiones polares extremas. Hacen su nido practicando un hueco en el tronco de un árbol muerto o enfermo donde depositan la puesta que es de 2 a 5 huevos. Realiza la operación con suma precisión para no debilitar la resistencia del tronco. La entrada es inclinada, hacia arriba, en forma de pasillo, para evitar la entrada del viento y de la lluvia. Después excavan, hacia abajo, el largo nido vertical.

Las cigüeñas fabrican sus nidos en forma de torre, redonda y sólida, que sitúan generalmente sobre edificios construidos por el hombre, que sucesivas generaciones irán re-



Nido de golondrina en Cebreros (Ávila). / Juan Carlos Castillo Ochandiano

forzando y completando, hasta convertirlos en refugios circulares de ramas entretrejadas que, a veces, llegan a tener dos metros de altura y metro y medio de diámetro. Por el tamaño de sus nidos y su resistencia al viento, es indispensable que se apoyen sobre una base muy sólida como, por ejemplo, en las chimeneas de los edificios o campanarios de las iglesias.

Las golondrinas y los aviones fabrican sus nidos con barro amasado que disponen adosados a paredes de construcciones humanas, generalmente cubiertas y protegidas por los aleros de los tejados.

Estas son solo algunas de las, como diría un político, “soluciones habitacionales” que podemos encontrar en la naturaleza, un espacio que nunca deja de sorprendernos ■



Día internacional de la mujer y la niña en la ciencia



www.11defebrero.org

Mujer y ciencia: no hay peor ciego que el que no quiere ver*

Joaquín Hortal / Sara Magalhães / Fernando Valladares / Luis Santamaría

*Extracto del Artículo publicado el 10 de febrero de 2017 en eldiario.es



@marialamort

Cada 11 de febrero se celebra el *Día internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia*, una fecha que pretende concienciar a la sociedad de la importancia de dar visibilidad a las mujeres que investigan. El objetivo es que la participación de las mujeres en la ciencia sea plena y equitativa así como lograr la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas. En el MNCN se desarrollaron varias actividades durante ese día y en estas líneas os ofrecemos un extracto del artículo que varios investigadores del MNCN publicaron en prensa.

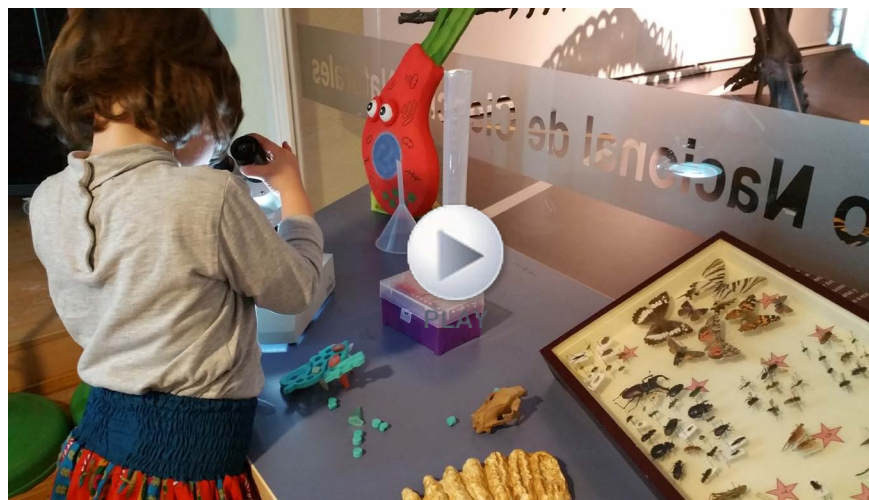
Que las Naciones Unidas elija un día para conmemorar el papel de las mujeres científicas se debe a la necesidad de visibilizar un elemento del mundo cuya relevancia no está suficientemente reconocida en la actualidad, como ocurre con el medio ambiente o los refugiados. Pero, ¿es necesario visibilizar el papel de la mujer en la ciencia? De hecho, cualquiera que se de un paseo por un centro de investigación (por ejemplo [este en el Museo Nacional de Ciencias Naturales](#)) encontrará los despachos, laboratorios y salas de reuniones llenos de mujeres científicas, al menos en la mayor parte de los países desarrollados y en vías de desarrollo.

Sin embargo, cuando se observa con más detalle vemos que la proporción de mujeres disminuye según avanzamos hacia niveles profesionales superiores de la carrera científica, como podemos ver en un gráfico de esta [entrevista a Adela Muñoz](#). Las posiciones de dirección en institutos de investigación y el liderazgo de grandes proyectos internacionales recaen en mucha mayor medida en hombres. Y lo mismo ocurre con posiciones intermedias de responsabilidad. Hasta el punto de que la aplicación de políticas de paridad en tribunales de plazas y comisiones de eva-

luación tiene el efecto perverso de sobrecargar de trabajo a muchas mujeres, ya que la razón de sexos es tan sesgada en los estadios superiores de la carrera investigadora que ellas tienen que participar en dos o tres veces más comisiones que ellos para alcanzar la paridad.

Cuando uno **se pone las gafas violeta** el mundo de la investigación muestra tanta discriminación

“Si queremos más participación de las mujeres es imprescindible crear referentes femeninos que hagan desear a las niñas ser algo más que princesas”



Fotograma del video conmemorativo del *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia* / Servicio de audiovisual del MNCN





El 11 de febrero en el MNCN

El MNCN celebró el *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la ciencia* con un programa especial en el que contamos con la colaboración de Pilar López Sancho, Presidenta de la comisión Mujeres y Ciencia y profesora de investigación del Instituto de Ciencia de Materiales del CSIC, quien nos habló de la importancia de celebrar ese día y además, realizó unos simpáticos efectos luminosos para explicar, desde la física, la composición del color y su percepción; María Mittelbrunn, investigadora becada del programa *L'Oréal-UNESCO For Women in Science* en 2015, habló de su trabajo explicando a través de ejemplos, como se trabaja en un laboratorio para estudiar el genoma; Inés Antón y Carmen Simón, biólogas moleculares del Centro Nacional de Biotecnología del CSIC y promotoras de la iniciativa *Apadrina la Ciencia* nos presentaron esta propuesta. Además, la conservadora del museo Josefina Barreiro, explicó con ejemplos de su trabajo diario por qué son importantes las colecciones de historia natural. Esta explicación se complementó con el taller *El cuarto del conservador* en el que los participantes, familias y niños, pudieron preparar su propio ejemplar de colección y llevárselo de recuerdo.

Todo el programa estuvo presentado por la directora de comunicación del museo, Pilar López García Gallo, que también proyectó el vídeo promocional que ha producido el departamento audiovisual de esta institución.

Pilar López García Gallo





“El mundo de la investigación muestra tanta discriminación de género como cualquier otro de los ámbitos de la sociedad en los que la discriminación persiste a pesar de estar mal vista”

ta una mirada crítica en cuestiones de género. Muchos investigadores (afortunadamente menos cuanto más jóvenes) presentan cierta misoginia, y reconocen en privado a otros hombres que, en general, les cuesta menos trabajar de manera cercana con hombres que con mujeres. Hay mil tópicos que intentan justificar dicha preferencia; están los que aluden a sentirse atraídos por ellas, los que mencionan que con los chicos es más fácil hacer pandilla y acabar desarrollando colaboraciones, o los que dicen que las mujeres son más prácticas y buscan salidas profesionales más seguras y menos inciertas que los hombres. La colección de clichés es enorme. Como lo es, obviamente, la colección de excepciones por parte de hombres y mujeres que no encajan en ellos.

Lo cierto es que múltiples fuentes de desigualdad subyacen en el mundo de la investigación, ya sean percepciones, sensaciones, o directamente cargas de trabajo en el hogar y los cuidados impuestos por los diferentes roles de género en una sociedad que sigue siendo patriarcal. Y estas cargas tienen un peso indudable sobre la progresión profesional de las mujeres científicas.

Un número cada vez mayor de estudios sobre la brecha de género en la comunidad científica muestran claramente que (hombres y mujeres) tendemos a dar más puntuación y contratar en mayor proporción a hombres que a mujeres en los procesos de selección. Además, muchos investigadores tienden a invisibilizar el trabajo de sus compañeras mujeres.

Es en este complejo contexto social en el que se hace necesario llamar la atención sobre el papel desempeñado por las mujeres en la ciencia. No sólo para llamar la atención de los propios científicos, sino también para proporcionar a las niñas modelos a seguir, como bien ha entendido la ONU. Un estudio realizado en un pequeño pueblo del medio oeste de EEUU muestra cómo entre los cinco y los seis años las niñas pasaban a estereotipar la inteligencia y brillantez intelectual como una característica mayoritariamente masculina. A pesar de que esta diferencia no existía cuando esas niñas y niños se enfrentan a los mismos problemas. Este estudio, publicado hace dos semanas en *Science*, no consigue determinar cuáles son las causas de este cambio en la percepción que de sí mismas tienen las niñas. Pero sí evidencia que hay que luchar contra esta percepción desde edades muy tempranas. En este sentido, la importancia de conocer modelos de mujeres científicas para cambiar esta impronta temprana y empoderar a las niñas interesadas por la ciencia es enorme.

A pesar de su papel clave para el desarrollo del conocimiento, los nombres de demasiadas mujeres científicas han permanecido injustamente



olvidados en un mundo monopolizado por los hombres (ver por ejemplo [aquí](#), [aquí](#) y [aquí](#)). Afortunadamente, durante los últimos años se están desarrollando multitud de iniciativas para visibilizar las contribuciones de las mujeres a la ciencia. Estamos yendo más allá de resaltar el ya reconocido papel de [Maria Skłodowska](#), más conocida por su apellido de casada (Curie), o de [Margarita Salas](#) en nuestro país. También se está recuperando el papel de mujeres tan relevantes como [Hipatia de Alejandría](#), [Rosalind Franklin](#) o [Rosalyn Yalow](#), [Lynn Margulis](#), [Isabelle Olivieri](#), [Georgina Mace](#), [May Berenbaum](#) o últimamente las “[calculadoras de estrellas](#)”. Recursos como la cada vez mayor lista de [mujeres con ciencia](#), o iniciativas como la de [Protagonistas de la Ciencia](#), [Mujeres con Ciencia](#), o la de [Keilana](#) de visibilizar a 1500 mujeres científicas en Wikipedia, son esenciales para devolver a las niñas (y los niños) las heroínas de las que les hemos estado privando.

Artículo publicado el 10 de febrero de 2017 en [eldiario.es](#)



I Jornadas de Investigación del MNCN





Por iniciativa de la Vicedirectora de Investigación, Marta Barluenga Badiola, y con el objetivo de mostrar en qué están trabajando los científicos más jóvenes de esta institución, el pasado mes de febrero se organizan las Primeras Jornadas de Investigación del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Los organizadores, seis representantes de todos los investigadores del MNCN, pretendían dinamizar el intercambio de información científica dentro del museo porque “La ciencia es (pero no solo) cosas de jóvenes”

Comportamiento animal, técnicas de antropología virtual, presencia de arsénico en el subsuelo, ríos que desaparecen, encinares en declive, relaciones de parentesco, erosión, gusanos marinos, dinámicas de poblaciones... Hubo 28 ponencias que puedes consultar [aquí](#) y que dibujaron un mosaico bastante completo de lo que se ‘cuece’ en este museo.

“En los próximos números de la revista contaremos con artículos en los que los tres seleccionados nos contarán detalladamente sus investigaciones”

Estamos deseando poder disfrutar de la siguiente edición porque en el Museo Nacional de Ciencias Naturales se investiga mucho y todo ese trabajo se organiza en seis departamentos bien diferenciados. Desde el Departamento de Paleobiología describen la historia de la vida en el planeta mediante el análisis de especies encontradas en el registro fósil, proporcionando

información para analizar los cambios ecológicos que se han producido en La Tierra. En el Departamento de Ecología Evolutiva trabajan en tres grandes líneas: ecología del comportamiento y ecofisiología, ecología de poblaciones y biología de la conservación. Líneas que nos permiten conocer cómo se comportan y se distribuyen las especies además de tomar medidas concretas para conservarlas. Cómo son las interacciones familiares en aves, de qué depende el tamaño de las poblaciones de los peces o cómo conservar anfibios son solo algunas de las áreas en las que trabajan los integrantes de este departamento.

Un grupo multidisciplinar da forma el Departamento de Biogeografía y Cambio Global, que se centra en entender los patrones y procesos causantes de la distribución actual y pasada de la biodiversidad, así como predecir los efectos que el cambio global puede provocar en las diferentes especies y ecosistemas. Por otro lado, vertebrado sobre la descripción de la biodiversidad, su distribución y diversificación, el de Biodiversidad y Biología Evolutiva es el departamento de investigación



Poster de las I Jornadas de Investigación del MNCN





María del Mar Soler Hurtado, una de las organizadoras, presentando las I Jornadas de investigación del MNCN / Servicio de fotografía del MNCN

del MNCN que cuenta con mayor número de científicos. Que lo formen tantas personas hace que presente líneas de investigación muy amplias que abordan el conocimiento de las especies desde múltiples perspectivas. En el Departamento de Biogeoquímica y Ecología Microbiana parten de la premisa de que la presión antrópica y las condiciones ambientales extremas modifican los flujos de intercambio entre los diversos compartimentos de un ecosistema. Los cambios que esto provoca se analizan desde niveles de organización macroscópico, microscópico y molecular, con el propósito de cubrir todos los procesos que operan en un ecosistema y sus interacciones a diferentes escalas.

Por último la atención de los integrantes del Departamento de Geología se centra en el ámbi-

to de las ciencias de la Tierra estudiando las causas y consecuencias potenciales de fenómenos naturales como terremotos, inundaciones o variaciones del nivel del mar con especial atención a los eventos extremos, así como a la génesis, distribución y reservas potenciales de recursos naturales.

Como broche final se entregaron tres premios a las mejores intervenciones que recayeron en: Rodrigo Megía-Palma con *Los lagartos no siguen las reglas: más parásitos, más coloración*; Mikel Calle Navarro por *Cuando el río suena: caracterizando la dinámica fluvial de los cauces efímeros mediterráneos* y Cristina Caseo por *¡Aquí no hay quien viva! Microorganismos litobióticos en el desierto de Atacama*. En los próximos números de la revista contaremos con artículos en los que los tres seleccionados detallarán sus investigaciones ■

“Hubo 28 ponencias que puedes consultar aquí y que dibujaron un mosaico bastante completo de lo que se ‘cuece’ en este museo”

SOCIEDAD DE AMIGOS DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

VANTAJAS de los amigos:

- Acceso gratuito a las exposiciones del Museo.
- Reciben información de las actividades que se realizan para el público en el Museo.
- Entrada gratuita a más de los treinta museos integrados en la FEAM <http://www.feam.es/>
- Obtienen un 10 % de descuento en los artículos que se venden en la tienda-librería del Museo.
- Disfrutan de importantes descuentos al inscribirse en las excursiones, los cursos, etc.

REQUISITOS para ser "Amigo":

- * Rellena una ficha de inscripción
- * Entrega dos fotografías tamaño carnet
- * Abona la cuota anual:
 - *30 € para los mayores de 18 años
 - *12 € para los menores

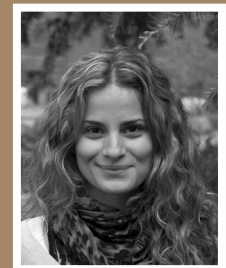
Para más información:
<http://www.sam.mncn.csic.es>
 mncn104@mncn.csic.es
 De lunes a viernes de 10 a 14 h. en el Museo C/.: José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid
 Teléfono: 914 111 328. Ext.: 1117.





Érase una vez...

¿y ahora qué?



Una de las vitrinas de la exposición temporal *Érase una vez... ¿y ahora qué?* / Servicio de fotografía del MNCN

Cristina Cánovas



Son las 9 de la noche, nuestro hijo tiene que irse a dormir y nos pide que le leamos un cuento. Sin pensarlo dos veces, cogemos uno de la estantería y comenzamos: “Érase una vez un mundo sin animales...”, nos quedamos pensativos. No es un buen comienzo para un cuento.

Entonces, nuestra mirada irremediabilmente se desvía hacia el peluche que abraza con ternura el pequeño y nos preguntamos: ¿Qué ocurrirá si desaparecen del mundo los animales? ¿Si sólo nos quedarán los peluches para recordarlos? ¿Es eso lo que queremos para las futuras generaciones? ¿Para nuestros hijos?

“Los peluches representan la fascinación por la riqueza natural que hoy en día estamos dejando desaparecer”



Varias de las láminas de la exposición temporal *Érase una vez... ¿y ahora qué?* que se puede visitar en el MNCN hasta el 31 de mayo/ Ana de Alvear

A estas reflexiones nos invita la artista Ana de Alvear con su exposición *Érase una vez... ¿y ahora qué?*, una muestra de dibujos hiperrealistas que, con extrema precisión, reproducen minuciosamente las texturas de los peluches que los acompañan, dentro de vitrinas, ‘infiltrados’ entre los ejemplares reales que hay en el Museo.

Sin embargo, que los recuerdos de infancia que avivan estos tiernos peluches no nos distraigan de la dura realidad: si no cuidamos de la naturaleza, al final sólo nos quedarán ellos como testimonio de un pasado mejor, de un mundo de animales reales.

Con sus dibujos Ana de Alvear juega con la frontera entre lo que realmente vemos y lo que nos parece ver, porque estos dibujos parecen fotografías, imágenes que congelan en el tiempo animales muy reales que, sin embargo, no lo son; un marco atípico donde los peluches emulan las antiguas láminas realizadas por los zoólogos en sus viajes al encuentro de lo desconocido y la fascinación por la riqueza natural que hoy en día estamos dejando desaparecer.

Esta vez los muñecos no invitan a jugar, sino a reflexionar, porque la lucha por la conservación de la biodiversidad no es ningún juego.

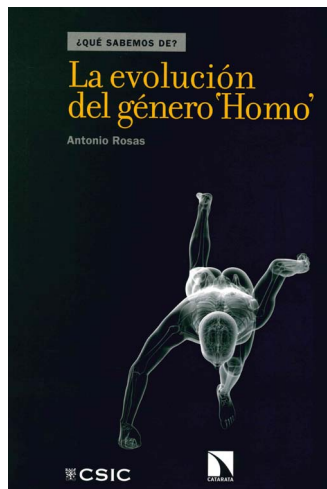
Os animamos a visitar esta exposición, creada específicamente para museos de historia natural hasta el 31 de mayo. Esta exposición también estuvo en el **Real Jardín Botánico (RJB)** (donde los protagonistas eran las plantas de plástico) ■





La evolución del género Homo

En *Los primeros homínidos. Paleontología humana*, el paleoantropólogo del MNCN Antonio Rosas nos guiaba por el complejo proceso de la evolución humana antes de la aparición del género *Homo*, intentando esclarecer cómo era el último antepasado que compartimos con los chimpancés.



Gracias al avance de la ciencia hoy sabemos que nuestra especie, *Homo sapiens*, no es la única a la que puede llamarse ser humano, ya que hace apenas 100.000 años coexistieron en la Tierra cinco especies humanas con un patrimonio cultural único.

Actualmente se acepta que las poblaciones humanas más antiguas aparecieron en África y descienden de un *Australopithecus*, que aún está por determinar. Lo que no está tan claro es el momento en el que aparecen, que puede oscilar entre 3 y 2 millones de años (Ma), o en torno a los 1,9 Ma, dependiendo del concepto de género humano con el que se trabaje.

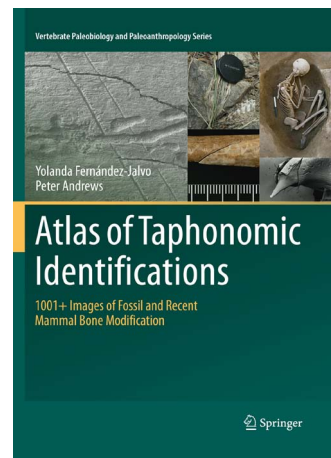
Dentro del género *Homo* se reconocen al menos diez especies; la última es *Homo naledi* y fue descrita en 2015 a partir de los restos de 15 individuos hallados en una cueva cerca de Johannesburgo (Sudáfrica). Hoy se sabe que hace unos 2 Ma tuvo lugar una gran diversificación taxonómica resultado de un período de experimentación morfológica en distintos ámbitos: locomotor, manipulador, masticatorio, etc., que sumado a otros factores plantea un nuevo esquema evolutivo, con forma de red o retícula, en vez del clásico árbol.

Rosas nos describe distintos escenarios evolutivos a la luz de los hallazgos en el registro fósil, dedicando especial atención a *Homo erectus*, a los neandertales, y al origen y diversificación de nuestra especie. Todo ello sin olvidar que la evolución continúa...

Este libro nos invita a reflexionar sobre lo que significa ser humano a la luz de los datos que aporta el registro paleoantropológico y no defraudará a todos aquellos que deseen profundizar en el conocimiento de lo humano.

Carmen Martínez

Atlas of Taphonomic Identifications



La investigadora del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Yolanda Fernández-Jalvo, ha publicado con Peter Andrews el primer Atlas de identificaciones tafonómicas en la editorial Springer. Se trata de una guía visual, tanto de campo como de laboratorio, para reconocer las marcas tafonómicas registradas en los fósiles y su significado. El Atlas ha sido organizado a partir de morfologías de las marcas y rasgos observables para facilitar la identificación del agente y del proceso tafonómico que ha dado lugar a dicha modificación.

Este libro documenta tanto marcas obtenidas experimentalmente, como reconocidas en fósiles. Cada una de las imágenes está detalladamente descrita y cuenta con enlaces entre tipos de alteraciones similares para explicar cómo distinguirlas e identificarlas. Estas imágenes se enmarcan en once capítulos con un texto explicativo general que cubren toda la gama de marcas conocidas. Los autores hacen especial énfasis en el aspecto constructivo de la información que contienen los fósiles. Todo ello ayuda a interpretar como murió el animal, si fue trasladado desde su hábitat, si el yacimiento es diferente al ecosistema donde vivía el animal, si los fósiles se mezclaron con otros de distintas edades o diferentes ambientes sedimentarios.

Esta obra es importante porque da las claves para decodificar e interpretar la información que encierran los fósiles, un estudio forense de los fósiles que son hoy testigos únicos de la vida en el pasado. El trabajo realizado convierte a este libro en una guía imprescindible para interpretar correctamente la información codificada en los fósiles. El [pdf del Atlas puede descargarse gratis](#) a través del portal de Digital CSIC.



¿Qué sabes sobre la Malaria?

La malaria es uno de los principales problemas de salud mundial. A causa de esta enfermedad cada año mueren aproximadamente 800.000 personas, principalmente niños y mujeres. La malaria es producida por un parásito, un protozoo llamado *Plasmodium*.

En los programas educativos del MNCN se puede realizar un taller donde los participantes, alumnos de secundaria y bachillerato, conocen el mecanismo de la enfermedad de la malaria, qué son y cómo funcionan las vacunas. Con la colaboración de *Xplore Health* y su programa "Hacia un mundo sin malaria", los participantes de este taller-laboratorio siguen el proceso para obtener un buen candidato para la vacuna de la malaria.

Como un buen microbiólogo, aprende sobre esta enfermedad y el parásito que la produce. Muy atento y a investigar.

Imagen del protozoo *Plasmodium* /
Centers for Disease Control and
Prevention's Public Health Image
Library



Pilar López García-Gallo y Luis Barrera

naturalka



FICHA DE CONSULTA

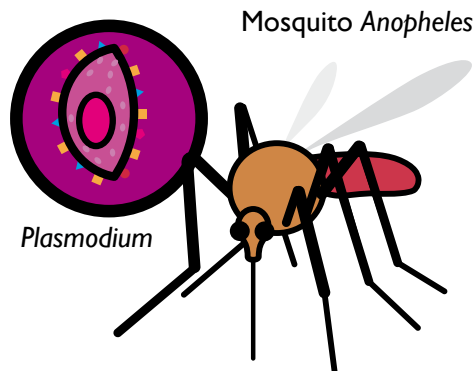
ALGUNOS DATOS SOBRE LA ENFERMEDAD DE LA MALARIA

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La malaria es frecuente en zonas tropicales y subtropicales. Los países en los que la malaria es endémica han sido agrupados en cuatro regiones: África, América, Asia-Pacífico, Oriente Medio-Eurasia.

¿CÓMO SE TRANSMITE LA MALARIA?

La malaria se produce por un parásito llamado *Plasmodium*, que entra en el cuerpo a través de la picadura de un mosquito llamado *Anopheles*. Existen cinco especies de parásitos que infectan a los seres humanos: *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae*, y *P. knowlesi*. En algunas regiones del mundo, los mosquitos que transmiten la malaria han desarrollado resistencia contra los insecticidas. Además, los parásitos han desarrollado resistencia a algunos antibióticos.

**EL CICLO DEL PLASMODIUM**

Una vez dentro del cuerpo, el parásito pasa por diferentes etapas para que complete su ciclo vital.

Cuando entran en el cuerpo están en el estadio **esporozoito**. Los esporozoítos infectan las células del hígado. Se multiplican, crecen y se transforman para pasar a la etapa de merozoítos, que entran al flujo sanguíneo.

Los **merozoítos** infectan los glóbulos rojos y dentro de ellos crecen y se multiplican produciendo nuevos merozoítos.

Algunos se transforman en **gametocitos**, que presentan formas masculina y femenina. Cuando el mosquito pica a una persona infectada de malaria, absorben la sangre con los gametocitos. Una vez dentro del mosquito los gametocitos acaban su ciclo vital y ya están preparados para infectar a otra persona en la picadura siguiente.

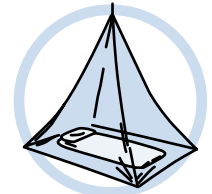
¿CÓMO PODEMOS COMBATIR LA MALARIA?

• Estrategias contra el mosquito:
Fumigación con insecticidas.

• Estrategias para evitar el contacto mosquito-huésped:
Uso de mosquiteras.

• Estrategias contra el parásito:
Tratamiento con fármacos.

• La obtención de una vacuna supondrá un gran paso adelante y significará la posibilidad de salvar a cientos de miles de personas.



CUADERNO DE CAMPO

Ya conoces algunos datos sobre la enfermedad de la malaria y el parásito que la produce, ahora trata de responder las preguntas que te proponemos a continuación.

Si quieres hacer alguna aportación para esta sección de la revista, envía tu propuesta al e-mail pilarg@mncn.csic.es

Responde estas preguntas:

1. ¿Verdadero o falso?

La enfermedad de la malaria la produce un virus.

Verdadero Falso

El transmisor de la malaria es el mosquito *Anopheles*.

Verdadero Falso

Se está investigando en la actualidad para conseguir una vacuna contra la malaria.

Verdadero Falso

El órgano que el parásito infecta en primer lugar es el estómago.

Verdadero Falso

2. Completa la siguiente frase:

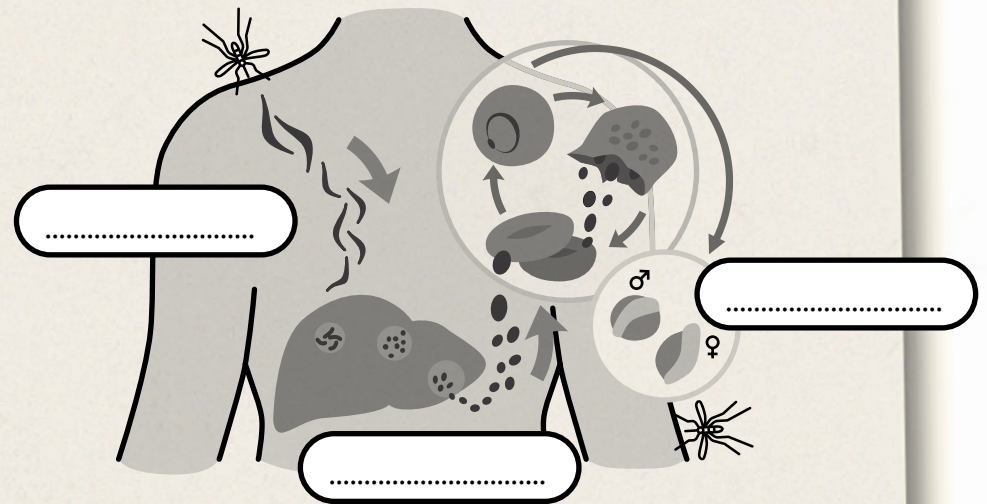
La malaria es causada por un parásito denominado

..... que se transmite a los

humanos a través de la picadura de los mosquitos

..... infectados.

3. Rellena las distintas etapas del ciclo vital por las que pasa el *Plasmodium*:



Revista digital del Museo Nacional de Ciencias Naturales
 c/ José Gutiérrez Abascal, 2
 28006, Madrid
 ISSN: 2341-2798
 naturalmente@mncn.csic.es

Directora:
 Cantera, Xiomara

Consejo Editorial:
 Barbosa, Andrés
 Cánovas, Cristina
 Martínez, Carmen

En este número han colaborado:
 Servicio de fotografía del MNCN
 Alvar, Jorge
 Barreda Picón, Luis
 Castillo Ochandiano, Juan Carlos
 Figuerola, Jordi
 García Fernández, Mariano
 García Gallo, Pilar
 Hortal, Joaquín
 Jara, David G.
 Jiménez, María José
 López Marquez, Azucena
 Magalhães, Sara
 Martínez de la Puente, Josué
 Nombela, Alfonso
 Santamaria, Luis
 Soriguer, Manuel
 Valdecasas, Antonio G.
 Valladares, Fernando

Diseño y maquetación:
 Xiomara Cantera

El consejo editorial de NaturalMente no hace responsable de las opiniones expresadas por sus colaboradores.



Accede a los números anteriores



Se permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra así como hacer obras derivadas siempre y cuando el resultado no se utilice con fines comerciales, se reconozca la autoría y se mantenga la licencia Creative Commons.