

superconductividad será de gran utilidad para el desarrollo de futuras misiones espaciales tripuladas de larga duración. Por último, nuestro grupo ha contribuido a la gobernanza de la colaboración AMS al asumir la responsabilidad de las relaciones con otras instituciones, en particular con el CERN, lo que permitió su integración en este organismo, la construcción del centro de ope-

raciones y control, así como el del equipamiento de un centro de operaciones científicas.

El Espectrómetro Magnético Alpha permitirá investigar cuestiones científicas de máxima relevancia, algo solo posible gracias a su potente y robusta instrumentación y a las condiciones experimentales óptimas que ofrece el entorno de la Estación Espacial Internacional. Con él se

inicia una nueva era en el estudio de la radiación cósmica cargada que, confiamos, conducirá a la obtención de resultados científicos tan relevantes como los hallados con la componente neutra de la misma.

—Manuel Aguilar Benítez de Lugo  
y grupo AMS del CIEMAT  
Departamento de investigación básica  
CIEMAT, Madrid

LA JOYA DE LA CORONA DE LA ESTACIÓN ESPACIAL

Construir el detector de rayos cósmicos más avanzado del mundo ha costado 16 años y unos 1500 millones de euros. Sin embargo, hasta hace no mucho parecía que acabaría olvidado en un almacén: la NASA, que tenía en mente terminar la construcción de la Estación Espacial Internacional (ISS) y jubilar el transbordador hacia finales de 2010, sostuvo en un principio que no había hueco en el calendario para acomodar el lanzamiento del detector. Fue necesaria una campaña de presión por parte de los físicos y la intervención del Congreso estadounidense para extender el programa del transbordador.

Ningún otro instrumento cuenta con una combinación de detectores que permita medir todas las propiedades de las partículas: masa, velocidad, tipo y carga eléctrica. Su predecesor es el experimento PAMELA, puesto en órbita en 2006 por un consorcio europeo. PAMELA ha detectado lo que podrían constituir indicios de materia oscura y otros fenómenos exóticos, pero sus descubrimientos adolecen de cierta ambigüedad, ya que el experimento no logra distinguir entre antipartículas de poca masa, como los positrones, y partículas ordinarias de masa elevada pero con la misma carga eléctrica, como el protón.

En un caso extraño de simbiosis, el AMS y la ISS han acabado por justificarse el uno al otro. La ISS proporcionará la gran potencia que requiere el instrumento y los desplazamientos orbitales necesarios. El espectrómetro, por su parte, aunque nunca podrá aplacar el escepticismo que muchos sienten hacia la estación, garantizará que gracias a ella se consigan resultados científicos de primer orden. Al igual que el Gran Colisionador de Hadrones del CERN sondea las profundidades de la naturaleza desde la Tierra, a partir de ahora el AMS hará lo mismo en órbita.

—George Musser



**El pasado 16 de mayo, el transbordador espacial Endeavour ponía rumbo hacia la Estación Espacial Internacional con el experimento AMS a bordo. Entre los objetivos del detector de rayos cósmicos más avanzado del mundo se incluye confirmar la existencia de materia oscura.**

FAUNA

# La avutarda

## Evolución y limitaciones de un peso récord entre las aves voladoras

**J**unto a la avutarda Kori, su pariente africana, y seguida de cerca por el cisne común y el cóndor de los Andes, la avutarda común es el ave voladora de mayor peso del planeta. Especies mayores, como el avestruz, ñandú, emú y casuario, sobreviven aún en las llanuras de África, Sudamérica y Australia, aunque, debido a su gran tamaño, han perdido ya la capacidad de vuelo. La avutarda común es además el ave de mayor dimorfismo sexual en

peso: los machos alcanzan entre 11 y 12 kilogramos (en algunos casos superan los 15 kilogramos); las hembras no suelen pasar de los 5 kilogramos.

El gran tamaño de los machos de avutarda es el resultado de una intensa selección sexual, proceso evolutivo que les ha llevado a crecer hasta el límite de lo viable para poder seguir disfrutando de la posibilidad de volar y evitar así ser víctimas de sus grandes depredadores:

las águilas, los lobos y el hombre. Mecanismos biológicos como la gran competencia entre rivales, o la cuidadosa elección de pareja por las hembras, han favorecido a lo largo de millones de años a los machos de mayor tamaño. Sin otro cometido que el de acaparar el mayor número de apareamientos con las hembras de la zona en la que viven, y en ausencia de defensas como las cuernas de los ciervos o los colmillos de focas y

elefantes, los machos de avutarda han desarrollado como única arma su propio peso, crítico en los combates cuerpo a cuerpo que tienen lugar en primavera, que pueden llevar al agotamiento físico, e incluso a la muerte, de uno de los contendientes. Menos de la mitad de los machos de un grupo reproductivo logrará fecundar alguna hembra; la mayor parte de estas serán cubiertas por solo unos pocos machos. Estos machos dominantes conservarán su rango de un año a otro, hasta que sus fuerzas flaqueen y algún individuo mejor preparado les arrebatte el puesto en el grupo.

Como la naturaleza no acostumbra derrochar energía, ha provisto a los machos de avutarda de unas plumas especiales, las barbas, que crecen a ambos lados de la base del pico. La cantidad y longitud de las barbas informan a otros individuos del grupo acerca del peso y, por tanto, del poderío físico de su portador, lo que contribuye a evitar más combates de los estrictamente necesarios. Otras plumas de la base del cuello o gola son indicadoras de la edad, carácter aparentemente muy valorado por las hembras a la hora de elegir al que será padre de sus hijos. Padre solo biológico, ya que los cuidados de la prole recaerán exclusivamente en ella, sin participación alguna del macho, que abandonará la zona de reproducción tras las cópulas para reponer energías y prepararse para el siguiente ciclo reproductor.

Sin embargo, no todo podían ser ventajas. Un tamaño grande implica también inconvenientes, ya desde el nacimiento. El rápido crecimiento necesario para asegurar de adulto un tamaño máximo supone unas necesidades alimentarias que muchas veces la hembra no puede asegurar al polluelo. Ello determina una mayor mortalidad en los machos jóvenes respecto a las hembras jóvenes, una diferencia que se sigue manteniendo a lo largo de toda la vida, de entre ocho y diez años en promedio. A la madre le cuesta mucho más criar a un hijo que a una hija, pero el mayor coste de sacar adelante a un macho puede verse recompensado por un mayor número de nietos, si el macho resulta ser uno de los pocos exitosos.

El mayor tamaño de los machos también los obliga a abandonar en verano los lugares de cría excesivamente calurosos de la España mediterránea, para dirigirse a lugares más frescos y tranquilos del norte peninsular, con los riesgos que dichas migraciones conllevan. Tales ries-



**La compleja exhibición del plumaje durante el celo permite al macho de avutarda mostrar a los competidores su poderío físico. Las hembras valoran la calidad del macho basándose en el aspecto de su plumaje.**

gos quedan patentes en la mayor mortalidad del sexo masculino a lo largo de toda su vida, lo que determina que en todas las poblaciones de avutardas haya más hembras que machos. Entre las causas de mortalidad destaca la producida por choque contra tendidos eléctricos, hoy por hoy la causa de muerte más importante que amenaza a la especie. Las aves en vuelo no ven los cables, o los ven demasiado tarde, y colisionan contra ellos, quebrándose alas, patas o cuello, lo que finalmente les ocasiona la muerte. De nuevo, esta falta de maniobrabilidad resulta también más patente en los machos, debido a su mayor peso e inercia durante el vuelo.

#### **Amenazas y conservación**

El tamaño de los machos los ha convertido desde antaño en apetecida presa de uno de sus principales depredadores, el hombre. Al principio, solo para aprovechar su abundante carne, como atestiguan las representaciones de esta especie entre las pinturas rupestres del gaditano Tajo de las Figuras, o los restos de hace 300.000 años hallados en Atapuerca. Más

tarde, desde la aparición de las armas de fuego hasta la total veda de la especie a finales del siglo pasado, como trofeo cinegético. Ha sido la caza selectiva de los machos más grandes, los *barbones*, la que probablemente ha contribuido en numerosos casos no solo a una eliminación de los adultos más vigorosos y de mayor edad, los preferidos por las hembras, sino a la total extinción de grupos enteros. En la actualidad, el relevo de esta antigua amenaza lo han tomado las transformaciones agrícolas y los abusos del medio por parte del hombre, en su desmedida expansión urbanística. A pesar de estas agresiones, que en Europa y Asia han acabado con muchos núcleos avutarderos, en España contamos aún con una población saludable (unos 30.000 individuos) que esperamos pueda sobrevivir a pesar del desarrollo humano.

Esos y otros datos sobre la biología de esta majestuosa especie son el resultado de un proyecto de investigación ([www.proyectoavutarda.org](http://www.proyectoavutarda.org)) que viene desarrollándose desde hace dos décadas en el departamento de ecología evolutiva del Museo Nacional de Ciencias Natura-

les, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. El marcaje, a lo largo de estos años, de varios cientos de pollos con pequeños emisores de radio ha permitido el seguimiento de sus historias de vida y la obtención de valiosa información sobre su comportamiento social,

migraciones, éxito reproductivo y causas de mortalidad.

La avutarda ha dejado de ser un codiciado trofeo de los cazadores de mediados del siglo pasado para constituir hoy una de las especies mejor conocidas de nuestra fauna. Confíemos en que este

conocimiento sirva para garantizar la supervivencia de esta emblemática representante de nuestras llanuras cerealistas.

—Juan Carlos Alonso  
Museo Nacional de Ciencias Naturales  
Madrid

BOTÁNICA

## La diversidad de las campanillas

La diversificación de estas plantas se halla ligada a los desplazamientos continentales y cambios climáticos sucedidos en el pasado

Las Campanuláceas, popularmente conocidas como campanillas, son una familia de plantas extendidas por todo el mundo. Habitan sobre todo en las regiones de clima frío y árido del hemisferio norte, y proliferan especialmente en las áreas montañosas. En primavera resulta habitual encontrar campanillas cuando caminamos por algún macizo ibérico. La mayoría de estas plantas son herbáceas o arbustivas. Se reconocen fácilmente por sus flores con forma de campana de color lila azulado, aunque hay algunas excepciones.

### Linajes evolutivos

Un estudio reciente, basado en la comparación de secuencias de ADN, ha desentrañado las claves de la evolución de esta familia, que hoy presenta una notable diversidad y una amplia distribución. El origen de las Campanuláceas se hallaría en Asia, donde habrían empezado a diversificarse durante el Mioceno, hace más de 20 millones de años, época con un clima más frío y seco que el actual. Posteriormente, hace 16 millones de años, se habrían extendido hacia las praderas esteparias del continente africano, aprove-

chando una nueva ruta de dispersión creada por la colisión de la placa continental Eurasiática con la Arábica.

Uno de los géneros más antiguos de las Campanuláceas, *Canarina*, presenta una distribución muy disyunta: por un lado, crece en las islas Canarias; por otro, en el este de África, en la región del Gran Valle del Rift. Esta curiosa distribución, que se repite en otras familias dispares de plantas, podría deberse a que los ancestros de estas especies ocuparon en el pasado un territorio mucho más extenso en África. Su área de distribución se habría reducido de

CORTESÍA DE CRISTINA ROQUET



***Campanula alpestris***, especie endémica de los Alpes que crece solo en pedregales calcáreos de alta montaña.



***Campanula glomerata***, especie común que se encuentra en bosques y praderas de gran parte de Europa y se extiende hasta el centro de Asia.