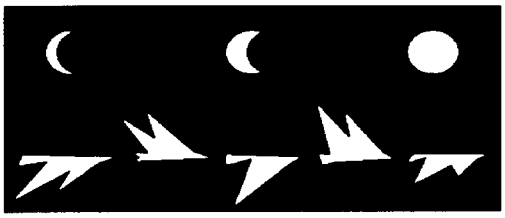


Smithsonian Migratory Bird Center

Si se tienen alas, a volar se dijo: las adaptaciones de las aves para la migración

La aeronáutica de las aves

Volar proporciona la mayor movilidad y ha hecho posible la evolución de la migración aérea como un medio para aprovechar los recursos alimenticios distantes y evitar la tensión fisiológica asociada al clima frío. Las variaciones en los patrones migratorios son casi tan numerosas como las aves migratorias mismas. Mientras que algunas especies se desplazan sólo unos cuantos kilómetros hacia arriba o hacia abajo en las pendientes montañosas, otras viajan cientos de miles de kilómetros y, por lo regular, cruzan enormes cuerpos de agua o trechos de hinóspito terreno.

Una de las aves que ostenta el récord en viajes a gran distancia es la golondrina marina ártica (*Sterna paradisaea)*, ya que, anualmente realiza un viaje de ida y vuelta de aproximadamente 30 mil kilómetros entre los extremos del planeta, desde las tierras árticas en las que se reproduce hasta los mares antárticos. Ello es posible porque la golondrina se ha adaptado para alimentarse en el mar, lo que le permite reabastecerse en curso. Lo más sorprendente son los viajes aéreos de las aves playeras y de tierra adentro cuyos vuelos transoceánicos deben realizarse sin detenerse. El chorlo dorado asiático *(Pluvialis fulva)* vuela continuamente por más de 100 horas para cubrir la distancia de 5 a 7 mil kilómetros entre el norte de Siberia y Alaska hasta Hawai y otras islas en el Océano Pacífico.

En el otoño, varias especies, incluidas el chipe gorrinegro *(Dendroica striata)*, el chorlo dorado americano *(Pluvialis dominica)* y el playero gordo *(Calidris canutus)* siguen una ruta sobre el agua desde la costa de Nueva Inglaterra o el sur del Canadá hasta el Caribe y Suramérica cubriendo así una distancia aproximada entre los 3 y 4 mil kilómetros. El viaje de las reinitas sobre el agua y hasta Suramérica las mantiene en vuelo entre 80 y 90 horas continuas, lo que requiere un grado de esfuerzo inigualado por ningún otro vertebrado; en términos humanos el equivalente metabólico sería correr a una velocidad máxima durante 80 horas. Si una reinita estuviera gastando gasolina en lugar de reservas de grasa podría jactarse de obtener un rendimiento de 720 mil millas por galón. Incluso el pequeñísimo colibrí garganta de rubí *(Archilochus colubris),* cuyo peso equivale a una moneda de un centavo, en la primavera, cruza en 24 horas los mil kilómetros del Golfo de México, desde la península de Yucatán hasta la costa sureste de los Estados Unidos.

Tal como Clark Kent en una cabina telefónica, las aves migratorias se transforman rápidamente a un "estado de superave" como preparación para los vuelos largos.

Rasgos básicos de las aves

Para poder comprender cuán espléndidamente adaptadas están las aves a una forma de vida sumamente móvil, deben tenerse en cuenta primordialmente las principales características intrínsecas que distinguen a las aves de los demás animales. Las plumas, distintivo de la Clase Aves, les ofrece el aislamiento necesario para mantener una alta temperatura "de la máquina" (corporal) que va desde los 40 hasta los 45 grados Celsius en las diversas especies. Además, las largas plumas de las alas les sirven como planos aerodinámicos que ayudan a generar la fuerza de ascenso necesaria para poder volar. Unos músculos pectorales bien desarrollados ("la pechuga") adheridos a una estructura aérea única llamada el *furculum* ("el huesito de los deseos") habilita el aleteo o movimiento de las alas. La aerodinámica forma del cuerpo y el liviano esqueleto compuesto de huesos huecos minimizan la resistencia al aire y reducen la cantidad de energía necesaria para convertirse y mantenerse aéreo.

Mantener afinada la máquina aérea exige unos sistemas circulatorio y respiratorio sumamente eficientes. Las aves tienen un corazón grande con cuatro cavidades que, proporcionalmente, pesa seis veces más que el corazón humano. Esto, combinado con un ritmo cardíaco rápido (el ritmo cardíaco en reposo de un ave cantora pequeña es de casi 500 latidos por minuto y el de un colibrí es de casi mil latidos por minuto) satisface las rigurosas demandas metabólicas del vuelo. El sistema respiratorio característico de las aves –el más eficiente del reino animal– consiste en dos pulmones y unos sacos de aire especiales y ocupa 20% del volumen de las aves, en comparación con un 5% en los humanos. A diferencia de los pulmones de los mamíferos o de los reptiles, los pulmones de las aves permanecen inflados todo el tiempo y los sacos de aire actúan como fuelles que le proveen a los pulmones un suministro constante de aire fresco.

La manía migratoria

Además de estas características generales de las aves, las aves migratorias exhiben una serie de rasgos especializados. Las migratorias tienen las alas más largas y puntiagudas que las especies no migratorias, un rasgo que minimiza aún más la resistencia al aire. Además, los músculos pectorales de las aves migratorias tienden a ser más largos y compuestos de fibras mucho más copiosamente provistas de vasos sanguíneos que transportan oxígeno y nutrientes y de mitocondrias produc-

Escrito por Mary Deinlein
Traducido del inglés por Claudia Caicedo

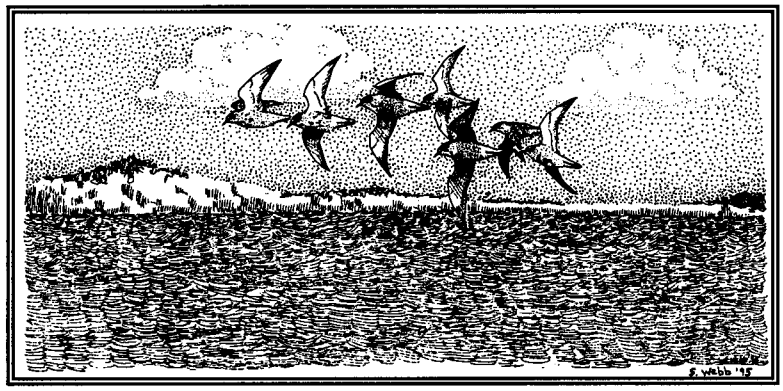
toras de energía, lo que hace que los músculos pectorales de las aves migratorias sean especialmente eficientes en cuanto a la producción y el uso de energía se refiere.

Muchas aves migratorias encaran el desafío adicional de volar a grandes alturas. La mayoría de aves cantoras vuelan a alturas entre los 500 y los 2 mil metros, pero algunas vuelan tan alto como a los 6.800 metros. Por ejemplo, se ha documentado el vuelo de cisnes a 8 mil metros y de una especie de ganso *(Anser indica)* sobre el Himalaya, a los 9 mil metros. Teniendo en cuenta su habilidad para soportar los bajos niveles de oxígeno a tales alturas, la sangre de las aves migratorias se caracteriza por dos adaptaciones especiales. Primero, la capacidad de transportar oxígeno es realzada por una alta concentración de glóbulos rojos. En segundo lugar, en lugar de una forma de hemoglobina en los glóbulos rojos, tal como es típico de las aves no migratorias y de otras clases de vertebrados, algunas aves migratorias cuentan con dos formas de hemoglobina que difieren en cuanto a su capacidad de transportar y de liberar oxígeno. Esto garantiza un suministro adecuado de oxígeno en una diversidad de alturas y les permite a las aves adaptarse rápidamente a los variables niveles de disponibilidad de oxígeno.

La preparación para el despegue

Cuando del combustible para la migración se trata, es a la grasa a lo que nos referimos. La grasa no sólo es más liviana y menos voluminosa que los carbohidratos o las proteínas, sino que suministra el doble de energía. No sorprende, entonces, que la preparación para la migración implique un programa de ganancia de peso rápido orientado a incrementar las reservas de grasa. En este programa se combinan cambios tanto fisiológicos como del comportamiento. Dos o tres semanas antes de la migración tiene lugar un aumento drástico en el apetito y el consumo de alimentos llamado hiperfagia que continúa a lo largo del período migratorio. Sumado a este frenesí alimenticio hay un incremento en términos de la eficiencia de producción y almacenamiento de grasa. Como resultado, mediante el depósito de grasa un ave migratoria puede incrementar el peso de su cuerpo hasta en un 10% diariamente (por lo regular de 1-3%). Además, para las aves que se encuentran en disposición migratoria, los músculos pectorales se agrandan y reciben un suministro mayor de las enzimas necesarias para la oxidación o el consumo de grasa.

Para cubrir mayores distancias en la migración son necesarias mayores cantidades de grasa. Las aves paseriformes no migratorias mantienen una "carga de grasa" equivalente a casi un 3-5% del peso de su cuerpo sin grasa. Durante la preparación para la migración las aves migratorias cantoras, que cubren distancias cortas y medias, acumulan una carga de grasa entre un 10-25%, mientras que las que viajan largas distancias alcanzan cargas de grasa desde un 40 hasta un 100%. Las cargas de grasa máximas son obtenidas justamente antes de los vuelos sobre las principales barreras topográficas, como los desiertos, las altas montañas o los grandes cuerpos de agua.



Un chipe gorrinegro típico pesa al final de su etapa reproductiva casi 11 gramos, lo que equivale al peso de cuatro monedas de un centavo. Al prepararse para realizar su travesía transatlántica, puede acumular suficientes reservas da grasa como para incrementar su peso hasta 21 gramos. Dada la tasa de 0.6% de consumo de grasa del peso de su cuerpo por hora en vuelo, esta ave tiene, pues, suficiente combustible adicional para unas 90 horas de vuelo que en condiciones apropiadas tarda entre 80 y 90 horas. En términos humanos, esta estrategia energética equivaldría a que una persona que pese 150 libras aumente diariamente 15 libras de pura grasa hasta alcanzar las 300 libras y, luego, gaste 1.8 libras por hora mediante el ejercicio vigoroso. Los 14 gramos de grasa contenidos en una barrita de chocolate *Snicker's* proveerían una vez y media la cantidad de energía necesaria para el vuelo del chipe gorrinegro desde Nueva Inglaterra hasta Suramérica.

Estar apto para la migración implica otras modificaciones del comportamiento. Antes de emigrar en el otoño, muchas aves migratorias, que por lo regular se alimentan de insectos, adoptan una dieta de frutillas. En esta época, en que las necesidades de consumo alimenticio aumentan y las cantidades de insectos disminuyen, abundan las frutas ricas en carbohidratos y lípidos ya transformados en grasa.

Muchas aves migratorias que típicamente no son gregarias se agrupan antes o durante la migración. Este comportamiento social puede dar lugar a mejores formas de evitar a los depredadores, hallar alimento y orientarse. Algunas especies también viajan en formación, una estrategia que mejora la aerodinámica y reduce el gasto de energía.

Durante la migración, muchas especies experimentan el cambio radical de mantenerse activas durante el día exclusivamente a emigrar durante la noche, incluidas la mayoría de aves playeras y cantoras. Entre las posibles ventajas de volar durante la noche se incluyen la menor vulnerabilidad a los depredadores, el menor riesgo de deshidratación o recalentamiento, la mayor probabilidad de encontrar vientos favorables y una masa de aire estable (el ascenso del aire caliente y la mayor variación de dirección de los vientos ocurren durante el día), así como más tiempo durante el día para alimentarse.

Las aves migratorias mantenidas en cautiverio manifiestan un comportamiento

denominado *Zugunruhe*, o inquietud migratoria. Este comportamiento, caracterizado por un rápido aleteo en reposo, comienza al mismo tiempo en que los demás individuos libres de la misma especie se preparan para la migración y persiste por el mismo período de tiempo requerido para que sus contrapartes silvestres lleven a cabo la migración. Las aves cautivas incluso se orientan en la dirección apropiada en que emigrarían. Durante los últimos 15 años este comportamiento les ha permitido a los investigadores demostrar en forma experimental que muchas de las adaptaciones físicas y del comportamiento importantes para la migración son controladas, al menos en parte, genéticamente. Por ejemplo, al cru-zar individuos migratorios de una especie de chipe *(Sylvia atricapilla)* con indivi-duos no migratorios de la misma especie, un 30% de sus descendientes exhibieron *Zugunruhe.* Al cruzar individuos que exhibían altos niveles de *Zugunruhe,* consistentes con sus largas rutas migra-torias, con individuos de la misma espe-cie cuyas rutas migratorias son cortas, su descendencia exhibió niveles intermedios de *Zugunruhe.*

Los resultados de estos y de otros experimentos con mezclas de especies respaldan la hipótesis de que la migración y sus patrones asociados– tal como la distancia y el tiempo– constituyen rasgos hereditarios, al menos en algunas especies. Estos experimentos se han aplicado con especies cuyas rutas migratorias son relativamente fijas. Muchas especies cuentan con patrones migratorios flexibles y se desplazan solamente cuando el suministro de alimentos es bajo, o cuando el clima es adverso. Las investigaciones han demos-trado que para estas especies, el acceso al alimento afecta en gran medida el *Zu-gunruhe.*

A pesar de la comprensión tan avanzada de algunos de los mecanismos presentes en la migración de las aves, la odisea anual de millones de aves sigue siendo uno de los fenómenos más misteriosos y sorprendentes del reino animal.

Lecturas complementarias

Alerstam, T. 1982. *Bird Migration.* Cambridge University Press, Cambridge.

Berthold, P. and S.B. Terrill. 1991. Recent Advances in Studies of Bird Migration. *Annual Review of Ecology and Systematics. 22: 357-78.*

Berthold, P. 1993. *Bird Migration: A General Survey.* Oxford University Press. Oxford, New York and Tokyo.

Gwinner, E. ed. 1990. *Bird Migration Physiology and Ecophysiology.* Springer-Verlag. New York, Berlin, and Heidelberg.

Williams, T.C. and J.M. Williams. 1978. An Oceanic Mass Migration of land Birds. *Scientific American.* 239(4): 166-176.