

Representaciones y evidencias en la evolución de las aves

Conferencia de Apertura del Curso Académico 2025-2026

Ángela Delgado Buscalioni

Representaciones y evidencias en la evolución de las aves

Cada vez percibo más paralelismos entre el enfoque que el filósofo francés Henri Lefebvre (1980) propone para la visión artística y la forma en que los científicos se dedican colectivamente a la práctica del conocimiento científico. Lefebvre postula la existencia de dos formas distintas de naturaleza: una primera naturaleza, que comprende los objetos que constituyen la «realidad» y una segunda naturaleza, que se configura al filtrar estos objetos a través de espacios intelectuales, como la creatividad del artista o, en el caso de los científicos, el método. De hecho, la práctica profesional de los científicos será tanto más exhaustiva cuanto producen, visualizan y transmiten con mayor detalle esta segunda naturaleza. Precisamente, lo que me impresiona es la concordancia entre las ideas, las metáforas y los prejuicios utilizados en las obras científicas y artísticas.

Las obras de arte sobre aves pueden ser buenas metáforas para contextualizar las narraciones científicas. Hasta el siglo XVIII, el interés de las sociedades occidentales por las aves se limitaba en gran medida a su representación como animales simbólicos, exóticos, elementos decorativos o alimentos. Sin embargo, con la llegada de las ciencias naturales, durante el darwinismo, las aves se convirtieron en objeto de estudio mucho más riguroso por parte de los naturalistas, que se centraron en sus formas, colores, comportamientos y linajes (Lederer, 2019). Más adelante, en el siglo XX, los artistas exploraron la geometría de la organización corporal de las aves desde la abstracción para representar la conectividad entre sus diferentes partes y sus capacidades de vuelo, integrando forma y función. En cierto modo, existe una concomitancia entre la representación de la identidad y los parámetros utilizados en las obras de arte moderno y los modelos explicativos de la nueva biología evolutiva (Síntesis Extendida).

Las primeras propuestas sobre las controvertidas relaciones de las aves con otros grupos de amniotas se basaron principalmente en sus funciones vitales, definidas como la capacidad de cambio, eliminación, asimilación, crecimiento, movimiento, multiplicación y herencia (Cassirer, 1932). En su obra *Philosophie Zoologique*, Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) estableció que las aves constituyen uno de los grupos zoológicos más elevados, situándolas por debajo de los mamíferos. Para este análisis, consideró los aspectos fisiológicos y anatómicos del sistema circulatorio y el nervioso. Además, identificó el pico córneo como un rasgo distintivo para vincular a las tortugas marinas y los pingüinos como formas transicionales sucesivas. Desde entonces, la fascinación que las aves suscitan en los investigadores, fundamentada en su extraordinaria anatomía, ha motivado un debate continuo sobre su origen y evolución¹.

Estas discusiones han dado origen a hipótesis intrigantes; por ejemplo, se propuso que pudieran ser descendientes de los dinosaurios, una teoría inicialmente elaborada por Thomas H. Huxley en 1868. Otros estudios han planteado la posibilidad de que las aves formaran parte de un linaje de reptiles basales arbóreos y gráciles, una hipótesis surgida en 1900. También se ha sugerido que podrían ser los parientes más cercanos a mamíferos, considerando sus fisiologías homeotermas, según Brian G. Gardiner en 1998. Cada una de estas relaciones sitúa a las aves en un origen, un tiempo, un ambiente y un espacio diferentes. A finales de la década de 1970, los rasgos del pequeño reptil *Cosmosaurus aviceps* del Triásico Medio (de hace 241 millones de años), hallado en Alcover-Montral (provincia de Tarragona), supuestamente mostrando indicios de plumas caudales, junto con un cráneo voluminoso de órbitas grandes y un cuerpo grácil, fueron identificados como las claves que vinculaban a las aves con ciertos reptiles primitivos. Esto sugería una evolución lenta, gradual y progresiva, desde un animal arborícola que evolucionó de un vuelo planeador a

¹ Este tema está desarrollado en extensión en Buscalioni, AD. 2025. Scientific and Artistic Representations in avian evolution. Spanish Journal of Palaeontology 40 (1), 21–36, 2025. <https://doi.org/10.7203/sjp.30463>

uno activo (hipótesis “desde el árbol”). La paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid contribuyó a refutar esta hipótesis (Sanz y López-Martínez, 1984). En la misma década, la investigación de John Ostrom sobre el terópodo carnívoro *Deinonychus* resultó determinante para aceptar que las aves son dinosaurios. Esto significaba que el origen de las aves se remontaba a hace 150 millones de años. Las similitudes entre este dinosaurio y la primera ave conocida, *Archaeopteryx*, indicaban que, en su origen, fueron depredadores activos y bípedos y corredores, en lugar de arbóreos. La adaptación de las manos, los brazos y el arco pectoral, similar a la de algunos dinosaurios, sugería una nueva función: la de protoala, y respaldaba la hipótesis de que el vuelo comenzó «desde el suelo». Los primeros hallazgos de fósiles de aves articuladas en el yacimiento de Las Hoyas, en Cuenca, gracias a proyectos dirigidos desde la UAM, constituyeron unas pruebas concluyentes para respaldar la hipótesis «desde el suelo» (Sanz et al., 1988).

La importancia del origen de las aves, debido al intenso debate científico, ha llegado hasta la filosofía de la ciencia y se utiliza como ejemplo para predecir qué programa científico va a decaer y cuál va a seguir progresando. Utilizando las ideas del filósofo Imre Lakatos [1922-1974], Havstad y Smith (2019) esquematizaron las dos hipótesis alternativas: BAND (Birds-Are-Not-Dinosaurs, “las aves no son dinosaurios”) frente a BADM (Birds-Are-Dinosaur-Movement, “las aves son dinosaurios”). En la prueba de Lakatos, cuando se confirma el postulado empírico original, se añade un cinturón protector alrededor de la idea central y se deben considerar nuevos postulados para probar el siguiente cinturón científico. En la actualidad, un número considerable de estudios científicos van aglutinando estos cinturones en torno a la hipótesis BADM mediante investigaciones transdisciplinares, que combinan las evidencias fósiles con la experimentación embrionaria, los mecanismos moleculares, sistemática molecular, histología, la neuroanatomía, patologías, etc. Esta es una prueba fehaciente de que la ciencia rechaza las posiciones negacionistas y axiomáticas del BAND a favor de la construcción de nuevas preguntas que requieren de una

ciencia multi sino transdisciplinar para ser resueltas. Un ejemplo pertinente de ello es el estudio de la evolución del pico y su relación con el hueso que lo sustenta (la premaxila), que se ha llevado a cabo en experimentos con embriones de aves y sus parientes vivos, los cocodrilos (Bhullar et al., 2015). En las aves, las premaxilas se extienden hacia atrás y están unidas medialmente, siendo dicha extensión más pronunciada que en dinosaurios y cocodrilos. Con el fin de dilucidar la extensión de la premaxila aviaria, se inhibieron las vías genéticas de la zona ectodérmica fronto-nasal (FEZ) y de la región mediofacial posterior Wnt (la vía de señalización Wnt es esencial en la regulación de la remodelación ósea). Las características morfológicas de los individuos transformados experimentalmente muestran coincidencias morfológicas entre los dinosaurios y las aves.

Para muchos autores el contexto temporal que ofrece el escenario macroevolutivo sigue siendo el mejor argumento para comprender la evolución de las aves. Este establece que se produjeron tres episodios sucesivos a lo largo de un intervalo temporal de aproximadamente 94 millones de años: (1) los parientes más cercanos de las aves (troodontidos del período Jurásico, hace 165 millones de años) con protoalas, exhibirían un patrón de locomoción WAIR (Wing-Assisted Incline Running o “carrera inclinada asistida por las alas”), donde el aleteo asistiría a las extremidades traseras al trepar; (2) la aparición y diversificación de los enantiornítidos durante el Cretácico temprano (hace unos 130 millones de años), con capacidad de planeo y vuelo intermitente; (3) la explosión de Ornithuromorpha experimentó un período de intensa radiación adaptativa dando lugar a las aves actuales, cuya divergencia molecular se vincula al límite Cretácico-Paleoceno (66 millones de años) (Stiller et al., 2024). Este escenario macroevolutivo coincide con el Modelo de Ecoespacio, según el cual las aves experimentarían un rápido aumento del número de especies acompañado de un incremento en la versatilidad funcional. Su máximo coincidiría con la diversificación de las aves modernas tras el evento de extinción

finicretácico que les favoreció en la conquista de nuevas áreas geográficas y eco-espacios con procesos de especialización (Benton, 2015).

Sin embargo, a medida que se exploran los procesos generativos de sus partes corporales, utilizando herramientas como la genética del desarrollo, el origen de las aves se explica por un conjunto de procesos multinivel mediados por diferentes mecanismos que afectan a grupos complejos de caracteres y dan lugar a nuevos módulos anatómicos-funcionales. En este caso, la transición entre dinosaurios y aves se comprende mejor desde la perspectiva del Modelo de Desarrollo (o modelo de reorganización genómica), que postula que, aunque los patrones de desarrollo son resistentes y conservadores, los sistemas que los regulan son flexibles ante cambios sustanciales. Así, en las aves encontramos estructuras vestigiales de dinosaurios (el patagio del ala, la pluma y la fisiología de la respiración, entre otras) junto con innovaciones propias. Las hipótesis paleobiológicas sugieren que la reducción evolutiva del tamaño corporal está detrás de muchas innovaciones aviarias, como la pérdida de los dientes; la integración entre las partes del tórax y las cinturas pectoral y pélvica; la estabilización evolutiva del ala y su proporción con la extremidad posterior; e incluso la encefalización. Las aves muestran un índice de encefalización entre seis y diez veces mayor que el de cualquier otro grupo de vertebrados para su tamaño corporal; además, un ave adulta conserva la forma del encéfalo del juvenil (Balanoff et al., 2013). Actualmente, la Unidad de Paleontología de la UAM está involucrada en estudios sobre las construcciones morfométricas de las aves y su macroevolución.

Ángela Delgado Buscalioni
angela.delgado@uam.es

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y
Centro para la Integración en Paleobiología, CIPb-UAM

Bibliografía

Balanoff, A., Bever, G., Rowe, T., & Norell, M. A. (2013). Evolutionary origins of the avian brain. *Nature*, *501*, 93–96. doi: 10.1038/nature12424

Benton, M. J. (2015). Exploring macroevolution using modern and fossil data. *Proceedings Royal Society B*, *282*, 20150569. doi: 10.1098/rspb.2015.0569

Bhullar, B-A., Marugán-Lobón, J., Racimo, F., Bever, G. S., Rowe, T. B., Norell, M. A., & Abzhanov, A. (2012). Birds have pedomorphic dinosaur skulls. *Nature*, *487*(7406), 223–226. doi: 10.1038/nature11146.

Cassirer, E. (1932). *La filosofía de la ilustración*. Edición de 1997. EFE, Fondo de Cultura Económica, México

Lederer, R. L. (2019). *The art of the bird the history of ornithological art through forty artists*. The University of Chicago Press.

Lefebvre, H. (1980). *La presencia y la Ausencia*. Edición 1983. Fondo de Cultura Económica. México

Havstad, J. C., & Smith, N. A. (2019). Fossils with feathers and philosophy of science. *Systematic Biology*, *68*(5), 840–851. doi: 10.1093/sysbio/syz010

Sanz, J. L., & López-Martínez, N. (1984). The prolacertid Lepidosaurian *Cosesaurus aviceps* Ellenberger & Villalta, a claimed “Protoavian from the Middle Triassic of Spain”. *Geobios*, *17*(6), 747-755.

Sanz, J.L.; Bonaparte, J.F.; Lacasa, A. (1988). Unusual Early Cretaceous birds from Spain. *Nature*. *331* (6155): 433–435. doi:10.1038/331433a0

Stiller J, Feng S, Chowdhury AA, Rivas-González I, Duchêne DA, Fang Q, Deng Y, Kozlov A, Stamatakis A, Claramunt S, Nguyen JMT, Ho SYW, Faircloth BC, Haag J, Houde P, Cracraft J, Balaban M, Mai U, Chen G, Gao R, Zhou C, Xie Y, Huang Z, Cao Z, Yan Z, Ogilvie HA, Nakhleh L, Lindow B, Morel B, Fjeldså J, Hosner PA, da Fonseca RR, Petersen B, Tobias JA, Székely T, Kennedy JD, Reeve AH, Liker A, Stervander M, Antunes A, Tietze DT, Bertelsen MF, Lei F, Rahbek C, Graves GR, Schierup MH, Warnow T, Braun EL, Gilbert MTP, Jarvis ED, Mirarab S, Zhang G. (2024). Complexity of avian evolution revealed by family-level genomes. *Nature*. *629*(8013):851-860. doi: 10.1038/s41586-024-07323-1.

