

Los pájaros: ¿dinosaurios con alas? (1ª parte)¹

Jacques SAUVAGNAT, Director de la sección europea del Geoscience Research Institute

Durante más de un siglo, nuestros conocimientos sobre los pájaros fósiles del Mesozoico nacieron a partir de los descubrimientos del Archaeopteryx del Jurásico Superior, y de dos pájaros del Cretácico superior parecidos a los pájaros modernos. El Archaeopteryx era único en su notoriedad y en su papel de pájaro reptil o reptil



Fig. 1. *Archaeopteryx* (ejemplar de Berlín, descubierto en 1876)

ave. Pero los numerosos descubrimientos de los últimos veinte años han desbaratado el cuadro establecido. ¿Se puede considerar actualmente cubierto el vacío entre los dinosaurios y el Archaeopteryx?

Cuando el *Archaeopteryx* fue descubierto en Solnhofen (Baviera) en 1861, Charles Darwin acababa de publicar dos años antes la primera edición de su famoso libro *El origen de las especies*, libro que lo convertiría en el padre de la teoría de la evolución. El *Archaeopteryx* se convierte rápidamente, a pesar de alguna que otra reticencia, en la confirmación irrefutable de

tal teoría a los ojos de los científicos de la época. En 1868, Thomas Huxley, defensor a ultranza de la teoría de Darwin, lo consideró como una prueba de la evolución. Por sus características de reptil, se lo situaba entre estos y los pájaros. Era un buen ejemplo de pájaro entrando en la línea de los ancestros de los pájaros modernos.

Descubrimientos posteriores de dinosaurios con características de aves parecen confirmar la idea de una filiación entre dinosaurios y pájaros.

¿Será el *Archaeopteryx* uno de los eslabones perdidos tan buscados por los evolucionistas y los pájaros no serán más que reptiles, concretamente dinosaurios con alas?

¹ Artículo publicado en *Science & Origenes*, número 1 (2001, 1r semestre): 1-5.
<<http://www.grisda.org/francais/S&O-01.pdf>> [Consulta: 27 agosto 2008]

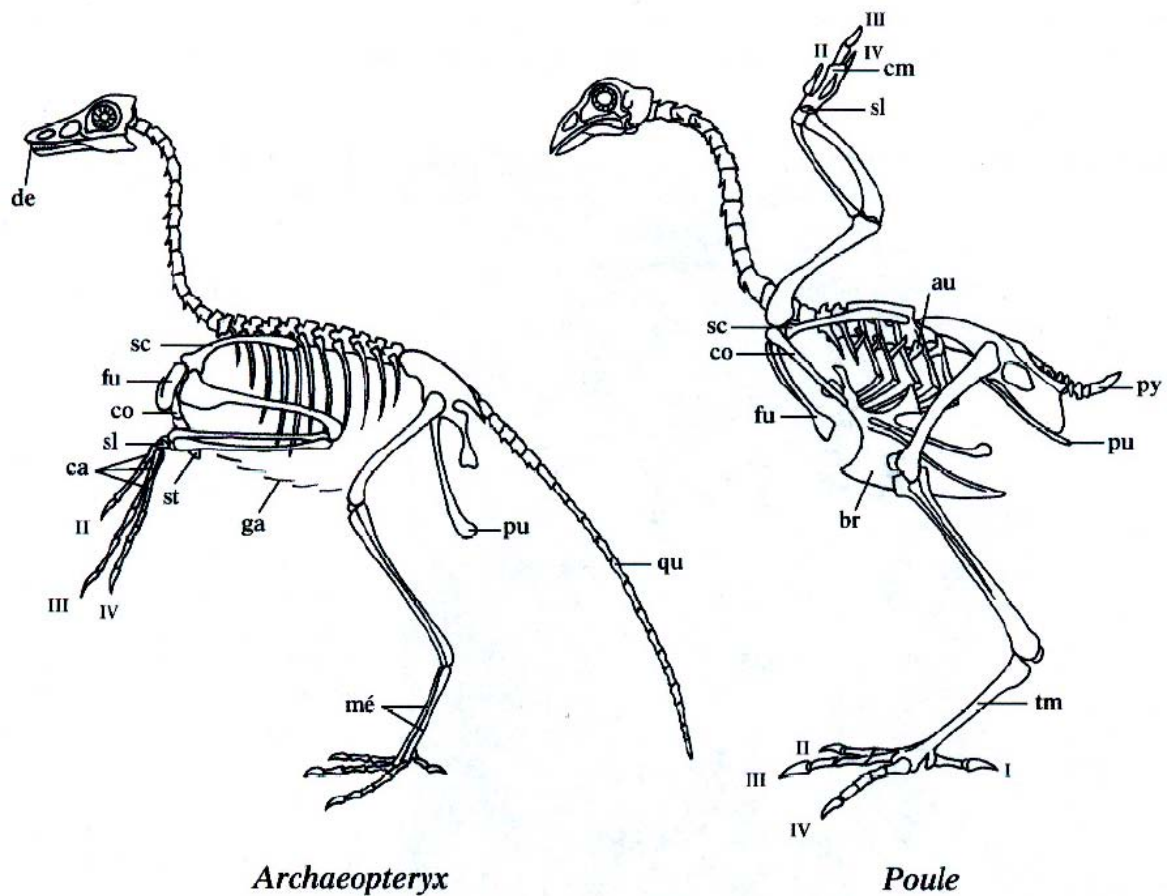


Fig. 2. Esqueletos de *Archaeopteryx* y de gallina.

au: apófisis uncinada; br: quilla; ca: carpianos; cm: carpometacarpiano; co: coracoides; de: dientes; fu: fúrcula; ga: gastralía; mé: metatarsianos; pu: pubis; py: pigóstilo; qu: cola; sc: escápula; sl: carpiano semilunar; st: esternón; tm: tarsometatarsiano; i, ii, iii, iv: dedos del pie (numeración según Feduccia).

***Archaeopteryx*:² una historia agitada**

En 1860, se encontró una pluma muy bien conservada en las calcáreas litográficas de Solnhofen. Al año siguiente se encontró un esqueleto casi completo con las huellas de las plumas. Enseguida los paleontólogos se quedaron intrigados por este animal de la talla de una paloma que databa del Jurásico Superior (150 millones de años o Ma*). Hermann von Meyer llamó a la pluma *Archaeopteryx* (“pluma antigua”) *lithográfica* haciendo referencia a la zona calcárea dónde se había conservado. Más tarde se reconoció que la pluma y el esqueleto eran de la misma especie.

* Ma: millones de años, unidad de medida en las ciencias de la Tierra y el Universo.

² WELLNHOFER, P. (1990). «L'archéoptéryx». *Pour la Science* 147: 28-41. (Ed. esp.: WELLNHOFER, P. (1990). «Archaeopteryx». *Investigación y Ciencia* 166 [julio]: 42-50). Ver WELLNHOFER, P. (1988). «Le premier nom d'oiseau». *Pour la Science* 131: 8-9.

Al principio, no se le concedió fácilmente el estatus de pájaro. Dependiendo si se aceptaba o no la presencia de plumas, se le consideraba o bien un pájaro o bien un dinosaurio.

Se había encontrado en las mismas calcáreas un pequeño dinosaurio terópodo, bípedo, del tamaño de una gallina, *Compsognathus*, con un esqueleto que recordaba mucho al del *Archeopteryx*. De hecho, entre los otros seis esqueletos de *Archeopteryx*³ que serían encontrados más tarde entre 1876 y 1992, el de Eischtätt sin plumas, encontrado en 1951, será considerado como un dinosaurio hasta el 1970.

En 1978, un paleontólogo ruso, A. Rautian, describió una pluma de un pájaro del Jurásico Superior de Kazajistán, *Praeornis sharovi*, que rápidamente se reinterpretará como una hoja de *Cycadophyta*. Otros supuestos huesos procedentes de pájaros tan antiguos o incluso anteriores al *Archeopteryx* se comprobó que eran de pterosaurios.⁴

Es en los años 80 del siglo XX cuando el *Archeopteryx* conoció las más vivas polémicas de su historia. En 1986, Sankar Chatterjee pretendió haber encontrado restos de dos esqueletos de pájaros, del tamaño de una ardilla, en el Triásico Superior (225 Ma) en Texas. Estos fósiles, *Protoavis texensis*, presentan características iguales a los pájaros modernos (xifoides, coracoides,⁵ horquilla o fúrcula y huesos craneales huecos), pero sin plumas.⁶ El *Protoavis* no solo despojaba al *Archeopteryx* de su título de pájaro más antiguo, sino que lo relegaba a una línea aislada y sin porvenir. El *Archeopteryx* ya no era un eslabón esencial en la gran serie evolutiva de los pájaros. Sin embargo, los restos mal conservados y bastante incompletos del *Protoavis* han vuelto escépticos a la mayoría de especialistas.⁷

Peor aún, Sir Fred Hoyle, astrónomo inglés y su colega Chandra Wickramasinghe pusieron en duda en 1985 el hecho de que fuera un pájaro. Ambos científicos de renombre, antidarwinianos, aunque no especializados en fósiles, manifestaron, con el apoyo de fotografías, que las huellas de las plumas de estos fósiles eran falsas. Estas huellas habrían sido obtenidas, según ellos, a partir de plumas auténticas comprimidas en cemento calcáreo añadido alrededor del esqueleto.⁸ Actualmente, no hay ninguna duda, a la vista de las dendritas⁹ y de las finas estructuras de plumas que se corresponden perfectamente con las dos hojas de la roca en contacto con ciertos especímenes, por lo que la acusación de falsificación no tiene fundamento.

Los distintos esqueletos han permitido comprobar que el *Archeopteryx* no es un pájaro como los otros. Posee efectivamente una mezcla de características aviares y de reptiles (ver fig. 2.). Las plumas, la horquilla, la articulación de la mandíbula inferior con el cráneo, los brazos largos y los huesos huecos recuerdan a los pájaros. La cola larga, los dientes, los dedos móviles con garras, los metatarsianos no fusionados y sus costillas ventrales o gastralía recuerdan más bien a los reptiles. La horquilla gruesa en boomerang (que encontramos en los dinosaurios terópodos), la ausencia de pigóstilo,¹⁰ el esternón no osificado sin xifoides, las costillas sin apófisis uncinosas,¹¹ el pubis sin

³ ANÓNIMO (1988). «Archeopteryx: et de six». *La Recherche* 203: 1210.

⁴ Reptiles voladores del Mesozoico (Era Secundaria).

⁵ Hueso de la cintura escapular que permite la articulación de las alas con el tronco.

⁶ NORMAN, D. (1992). *Le monde fantastique des dinosaures*. París: Solar, p. 137.

⁷ WELLNHOFER, P. (1992). «Protoavis, le plus vieil oiseau?». *Pour la Science* 174: 26-28. (Ed. esp.: WELLNHOFER, P. (1992). «Debate paleontológico. Protoavis». *Investigacion y Ciencia* 187 [abril].)

⁸ CLAUSEN, V. E. (1986). «Recent debate over *Archeopteryx*». *Origins* 13 (1): 48-55.

⁹ Figura ramificada, muy delgada, formada por minúsculos cristales, se encuentra a menudo entre el espacio que se forma entre dos placas calcáreas.

¹⁰ Vértebras caudales soldadas.

¹¹ Excrecencia lateral de un costado que se apoya sobre el costado vecino, reforzando así la rigidez de la caja torácica.

estar realmente vuelto hacia atrás y la ausencia de esbozos de sacos aéreos hacen que para los especialistas este sea un pájaro primitivo. Algunos no dudan en clasificarlo como un terópodo volador.¹² Actualmente, los especialistas consideran que entre los tetanuros, los maniraptoros están más próximos a los pájaros porque poseen un xifoide y un carpo semilunar que permite la rotación del puño (ver el ejemplo de *Velociraptor*, fig.3). Sin embargo, como veremos en la segunda parte del artículo, esta filiación no es tan evidente como parece.

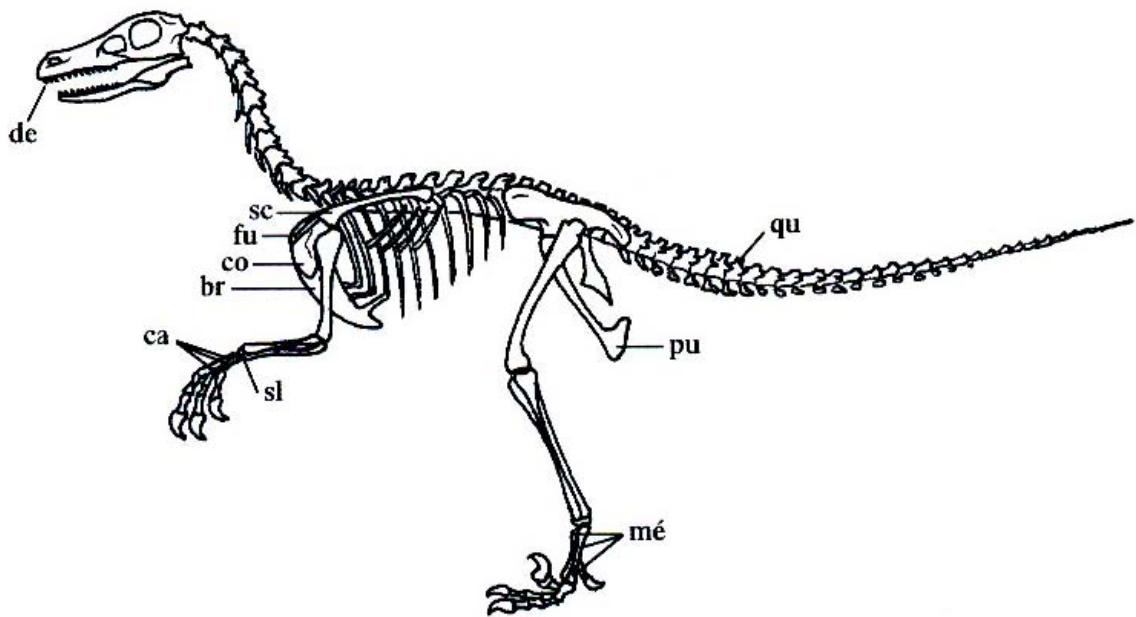


Fig. 2. Esqueleto de *Velociraptor*.

br: quilla; ca: carpianos; co: coracoides; de: dientes; fu: fúrcula; mé: metatarsianos; pu: pubis; qu: cola; sc: escápula; sl: carpiano semilunar

El *Archaeopteryx*, ¿volaba?

Se ha especulado mucho con la capacidad de vuelo del *Archaeopteryx*. La superficie reducida del esternón, la ausencia de xifoides y las coracoides cortas no permiten entrever músculos pectorales muy desarrollados. Además, la ausencia de bolsas aéreas, una especie de prolongación de los pulmones en los pájaros modernos, hace suponer una limitación en el aporte de oxígeno para los músculos principales responsables del vuelo.¹³

Es por esto por lo que algunos han propuesto que el *Archaeopteryx* era capaz de subir a los árboles ayudándose de sus dedos en garra. Desde ahí, podía planear, para lo que no es necesario un gran esfuerzo.

Sin embargo, John Ruben¹⁴ piensa que si el *Archaeopteryx* tenía una fisiología de reptil, es decir, ectotérmica¹⁵ (que generaría una potencia muscular dos veces superior a

¹² PADIAN, K.; CHIAPPE, L. (1998). «L'origine des oiseaux et de leur vol». *Pour la Science* 246: 37. (Ed. esp.: PADIAN, K.; CHIAPPE, L. M. (1998). «El origen de las aves y su vuelo». *Investigacion y Ciencia* 259 [abril].)

¹³ WELLNHOFER, P. (1990). *Op. cit.*, 68.

¹⁴ RUBEN, J. (1991). «Reptilian physiology and the flight capacity of *Archaeopteryx*». *Evolution* 45 (1): 1-17.

la de los pájaros), tendría que haber sido capaz, a pesar de su cintura escapular y su sistema respiratorio no específico para el vuelo, de alzar el vuelo y tener un vuelo activo a partir de un punto elevado en una distancia corta. La forma aerodinámica de las plumas del *Archaeopteryx* muy próxima a la de los pájaros modernos y la sólida horquilla, sobre la que los músculos elevadores de las alas habrían podido insertarse, refuerzan la idea de que podría volar batiendo sus alas¹⁶ pero de forma poco coordinada.

Las búsquedas paleontológicas se han orientado preferentemente al origen de los diferentes órganos que permitirían el vuelo. Ciertos descubrimientos recientes aportan datos nuevos, mientras que otros, como los de los *Alvarezsauridae* y *Longisquama* suscitan problemas inesperados.

Fósiles enigmáticos

Ciertos fósiles, los *Alvarezsauridae* del Cretácico Superior, dejan perplejos a los paleontólogos.¹⁷ El *Mononykus olecranus* de Mongolia, conocido desde 1087, es un animal extraño, del tamaño de un pavo, de brazos cortos y cola larga. Cada brazo posee un carpometacarpo macizo resultante de la fusión de los dedos. Se ha constatado la presencia de un xifoide. El *Mononykus* ha sido interpretado tanto como un pájaro intermedio entre el *Archaeopteryx* y los otros pájaros y como un dinosaurio terópodo parecido a un pájaro. Según los autores que lo han descrito, forma parte de los pájaros sobre la base de ciertas características precisas del esqueleto, pero la existencia de plumas no es más que una suposición.¹⁸ El *Shuvuuia deserti* de Mongolia y el *Alvarezsaurus* de Argentina tienen características similares. Si los *Alvarezsauridae* hubieran sido pájaros no habrían sido capaces de volar. Si hubieran sido dinosaurios, hubieran sido terópodos extraños. El *Rahonavis*, del Cretácico Superior de Madagascar, posee a la vez características de los pájaros voladores y de los terópodos maniraptores. Es también muy difícil de clasificar.

En 1970, un extraño reptil, de 10 centímetros, proveniente del Triásico Superior (220 Ma) del Kirguistán, *Longisquama insignis*, es descrito como un arcosaurio (grupo considerado como antepasado de los dinosaurios y de los cocodrilos) portador de grandes escamas dorsales, interpretadas posteriormente como órganos que le permitían planear¹⁹ u órganos de parada nupcial.²⁰

Los dinosaurios con plumas

En 1998, uno de los acontecimientos que llamó más la atención en el campo de la paleontología fue la publicación de la descripción de un pequeño dinosaurio, *Sinosauropteryx prima*.

¹⁵ Se dice de los animales de sangre fría (en los cuales la temperatura corporal varía con las fluctuaciones de la temperatura ambiente), por oposición a los endotermos, de sangre caliente, que mantienen su temperatura constante.

¹⁶ NORMAN, D. (1992). *Op. cit.*, 142-143.

¹⁷ DE RICQULES, A. «Les animaux à la conquête du ciel». *La Recherche* 317: 123.

¹⁸ ALTANGEREL, P.; NORELL, M. A.; CHIAPPE, L. M.; CLARK, J. M. (1993). «Flightless bird from the Cretaceous of Mongolia». *Nature* 362: 623-626.

¹⁹ HAUBOLD, H.; BUFFETAUD, E. (1987). «Une nouvelle interprétation de *Longisquama insignis*, reptile énigmatique du Trias supérieur d'Asie centrale». *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 2A, 305: 65-70.

²⁰ Véase, «Les ailes des oiseaux: un bricolage réussi». *Sciences et Vie* 213 (número extraordinario, diciembre 2000): 102-104

Al llevar a lo largo de toda su espalda y de su cola una especie de plumón, fue algo precipitadamente designado como dinosaurio con plumas.²¹ Descubierto en China en el límite del Jurásico y del Cretácico, intrigó mucho por el “plumón”, que no parecía pelo ni pluma. Un estudio más ajustado ha demostrado que estaba muy próximo al *Compsognathus* por su esqueleto, que tenía pulmones parecidos a los de los cocodrilos y que por consiguiente sería ectotermo [poiquilotermo]. Sin embargo, su “plumón” no permitiéndole claramente volar, le habría servido de aislante térmico, lo que hace pensar mejor en un organismo endodermo [homeotermo]. No puede ser considerado como un ancestro de los pájaros.²²

Algunos meses más tarde, los mismos yacimientos en China, sacan a la luz dos nuevos dinosaurios con plumas, esta vez de verdad y del tamaño de una oca: *Protarchaeopteryx robusta* y *Caudipteryx zoui*. Estos dos terópodos están cubiertos de plumón y tienen plumas al borde de la cola. Los miembros anteriores del segundo ejemplar están cubiertos de plumas. Aunque provistos de verdaderas plumas, estos dos dinosaurios no podían volar. Estas plumas podrían haber sido usadas para la regulación térmica o para las paradas nupciales. Recientemente, un terópodo de alrededor de un metro, *Bambiraptor feinbergi*, ha sido descubierto en el Cretácico Superior de Montana. Presenta miembros anteriores de proporciones parecidas a las alas de un pájaro, algo parecido a un xifoides y una articulación de la espalda que facilitarían el batir de las alas.²³ Con estos descubrimientos las plumas no parecen ser más la característica de los pájaros.²⁴

Conclusiones

El Archeopteryx sigue siendo para los especialistas objeto de discusión. Su estatus de forma intermedia ha sido puesto en duda. Los especialistas prefieren hablar del *Archaeopteryx* como un mosaico con características de reptil y ave resultado de la selección natural habida bajo condiciones particulares. No es más que el representante de un grupo de pájaros extinguidos.²⁵

Visto en un principio como pájaro, pájaro primitivo, actualmente mayoritariamente se lo considera como un dinosaurio (terópodo maniraptor) que supo hacer “bricolaje”, construir una estructura que le permitió volar. Las plumas, heredadas de otros dinosaurios y hechas para otros fines, fueron recicladas para volar a partir de reiteradas tentativas o a causa de un acontecimiento desconocido.

Los “dinosaurios con plumas”, apenas más jóvenes que el *Archaeopteryx* y los *Alvarezsauridae*, dinosaurios incapaces de volar pero dotados con caracteres de los pájaros modernos, mucho más recientes, no hacen más que señalar, según los defensores mismos de la teoría de la evolución los experimentos y tanteos habidos en la

²¹ Véase: «La Chine ouvre à l'Occident un formidable nid d'oiseaux fossiles». *Le Monde* (París), 9 enero 1988, pág. 26. Véase también, «La revanche des dinosaures à plumes». *Euréka*, 30 abril 1998, pág. 25; «Petit dinosaure chinois à plumes». *La Recherche* 307 (marzo 1998): 20; «L'énigme du dinosaure». *L'Étudiant*, mayo 1998, pág. 90.

²² BUFFETAUD, E. (1987). «Emplumés ou non?». *Pour la Science* 245: 26.

²³ WELLNHOFER, P. (2000). «Les nouveaux cousins de l'archéoptéryx». *Pour la Science* 277: 20.

²⁴ Véase, «L'ancêtre des oiseaux était un dinosaure carnivore chinois». *Le Monde*, 24 junio 1998, pág. 24; «La plume ne fait pas l'oiseau». *Sciences et Avenir*, agosto 1998, pág. 14; «Les dinosaures étaient leurs plumes». *Science et Vie* 971 (agosto 1998): 14; BUFFETAUD, E. (1998). «De vraies dinosaures avec de vraies plumes». *Pour la Science* 250: 23.

²⁵ WELLNHOFER, P. (1990). «L'archéoptéryx». *Pour la Science* 147: 41.

evolución.²⁶ Solo podemos imaginar las distintas etapas de los pasos dados desde los dinosaurios a los pájaros, pues los fósiles, en nuestra etapa actual de conocimiento, no nos proporcionan una irrefutable filiación progresiva. Se está a la espera de nuevos descubrimientos –que hay y habrá– que aporten algunas respuestas o pongan en duda la teoría en su actual prisma.

traducción Alicia Prat Boix

²⁶ Véase, WELLNHOFER, P. (2000). *Op. cit.*; «D'Archaeopteryx à Velociraptor, les tâtonnements de l'évolution». *Le Monde*, 24 junio 1998, pág. 24.

Los pájaros: ¿dinosaurios con alas? (2ª parte)¹

Jacques SAUVAGNAT, Director de la sección europea del Geoscience Research Institute

El vacío entre los dinosaurios y el Archaeopteryx por un lado y el vacío entre el Archaeopteryx y los pájaros modernos parecen ir llenándose año tras año. ¿Son estos descubrimientos suficientes para establecer con seguridad una filiación entre reptiles y pájaros?

Numerosos descubrimientos han puesto fin a la soledad del *Archaeopteryx*. Exceptuando un fragmento de cráneo y la tibia de un pájaro, el *Enaliornis*, encontrados a finales del siglo XIX en Inglaterra, ha hecho falta esperar hasta la década de los 80 y sobretodo del 90 del siglo XX para darse cuenta de la gran variedad de especies de pájaros que hay en el Mesozoico (ver tabla 1).

Fecha del descubrimiento	Era geológica	Ma (edad supuesta)	Yacimiento		
1861	<i>Archaeopteryx lithographica</i>	Jurásico Superior	150	Solnhofen (Baviera)	Alemania
1866	<i>Enaliornis baretii</i>	Cretácico Inferior	100	Cambridge	Inglaterra
1970	<i>Longisquama insignis</i>	Triásico Superior	220	provincia de Osh	Kirguistán
1977	<i>Ambiortus dementjevi</i>	Cretácico Inferior	125?	Altai	Mongolia
1978	<i>Praeorinis sharovi</i>	Jurásico Superior			Kazajistán
1981	<i>Gansus yumenensis</i>	Cretácico Inferior		provincia de Gansu	China
1983	<i>Protoavis texensis</i>	Triásico Superior	225	Texas	EE.UU.
	<i>Noguerornis gonzalesi</i>	Cretácico Inferior	125?	Montsec (Lleida)	España
	<i>Nanantius eos</i>	Cretácico Inferior	105?	Queensland	Australia
1987	<i>Mononykus olecranus</i>	Cretácico Superior	70?	desierto de Gobi	Mongolia
	<i>Sinornis santensis</i>	Cretácico Inferior	135	provincia de Liaoning	China
1988	<i>Iberomesornis romerali</i>	Cretácico Inferior	125	Las Hoyas (Cuenca)	España
1990	<i>Cathayornis yandica</i>	Cretácico Inferior	135	provincia de Liaoning	China
	<i>Boluochia zhengi</i>	Cretácico Inferior	135	provincia de Liaoning	China
1992	<i>Concornis lacustris</i>	Cretácico Inferior	125	Las Hoyas (Cuenca)	España
	<i>Chaoyangia beishanensis</i>	Cretácico Basal	142	provincia de Liaoning	China
1994	<i>Confuciusornis sanctus</i>	Cretácico Basal	140	provincia de Liaoning	China
1995	<i>Vorona berivotrensis</i>	Cretácico Superior	80	cuenca de Majunga	Madagascar
	<i>Rahona ostromi</i>	Cretácico Superior	80	cuenca de Mahajanga (Majunga)	Madagascar
1996	<i>Lianingornis</i>	Cretácico Basal	140	provincia de Liaoning	China
	<i>Sinosauropteryx prima</i>	Cretácico Basal	145	provincia de Liaoning	China
	<i>Eoalulavis hoyasi</i>	Cretácico Inferior	115	Las Hoyas (Cuenca)	España
1997	<i>Protarchaeopteryx robusta</i>	Cretácico Basal	145	provincia de Liaoning	China
	<i>Archaeoraptor liaoningensis</i>			provincia de Liaoning	China
1998	<i>Caudipteryx zoui</i>	Cretácico Basal	145	provincia de Liaoning	China
	<i>Shuvuuia deserti</i>	Cretácico Superior	80?	desierto de Gobi	Mongolia
1999	<i>Sinomithosaurus milenii</i>	Cretácico Inferior	125	provincia de Liaoning	China
2000	<i>Bambiraptor feinbergi</i>	Cretácico Superior	80	Montana	EE.UU.
	<i>Microraptor zhaoianus</i>	Cretácico Inferior	140?	provincia de Liaoning	China
	<i>Apsaravis ukhaana</i>	Cretácico Superior	80?		Mongolia

Tabla 1. Hallazgos de pájaros (en abundancia) y de dinosaurios cerca de los pájaros.

¹ Artículo publicado en *Science & Origines*, número 2 (2001, 2º semestre): 1-5.
<<http://www.grisda.org/francais/S&O-02.pdf>> [Consulta: 27 agosto 2008]

Descubrimientos recientes

Los yacimientos principales han sido los de Las Hoyas (provincia de Cuenca) en España y los de la provincia de Liaoning en China. Se han descrito dos grupos de pájaros: los *Enantiornithes*² en los que las adaptaciones al vuelo han evolucionado bastante pero que sin embargo poseen una caja torácica, una pelvis y unas patas parecidas al *Archaeopteryx*, y los *Ornithurines* mucho más cercanos a los pájaros actuales (ver tabla 2).

Los *Enantiornithes* de España (*Iberomesornis romerali*, *Noguerornis gonzalesi*, *Concornis lacustris*, *Eoalulavis hoyasi*) y de China (*Sinornis santensis*, *Confuciusornis sanctus*, *Cathayornis yandica*) tienen en común las alas y una cintura escapular de aspecto bastante actual. Los dedos sin embargo no están del todo soldados y tienen garras. La cintura escapular es rígida debido a que las coracoides están bien fijadas a la horquilla y al esternón. El esternón posee una quilla o xifoides que permite la inserción de los potentes músculos pectorales a la caja torácica. Estos pájaros del tamaño de un gorrión, eran sin lugar a dudas capaces de volar más tiempo y de empezar a volar con más facilidad que el *Archaeopteryx*. Sin embargo, han mantenido la cintura pelviana y las patas con características primitivas. El pigóstilo es alargado y la parte distal del tarso-metatarso no está fusionada. El número de vértebras dorsales está entre las del *Archaeopteryx* y las de los pájaros modernos que son menos. El primer dedo se opone a los otros lo que le permite encaramarse. El *Confuciusornis santus* posee también un pico córneo sin dientes como los pájaros modernos.³

Se han encontrado *Enantiornithes* también en Australia (*Nanantius*), en Mongolia (*Gobipteryx*, *Apsaravis*), en Alabama (*Ichthyornis*) y en México (*Alexornis*), lo cual prueba una vasta distribución.

Se han descubierto ornithurinos antiguos en China (*Chaoyangia beishanensis*), en Mongolia (*Ambiortus dementjevi*) y en Inglaterra (*Enaliornis*). Tienen la parte distal del tarso-metatarso fusionada. Presentan costillas con apófisis uncinosas. Tienen algunas características primitivas, pero con una horquilla elástica, su carpo-metacarpo y su quilla están muy desarrollados y por lo tanto están más próximos a los pájaros modernos que los *Enantiornithes*.

El último *Ornithurines* descrito, el *Apsaravis ukhaana*, del Cretácico Superior de Mongolia se dice que viene a rellenar el hueco entre el resto de *Ornithurines* y los pájaros modernos o *Aves*.⁴

Teorías sobre el origen de los pájaros

Hoy en día la gran mayoría de paleontólogos está de acuerdo en decir que los pájaros descienden de los reptiles. Sin embargo hay dos tesis que se contraponen: ¿los pájaros descienden de los dinosaurios terópodos, como piensa la mayoría, o su origen se remonta mucho más lejos, a los archosaurios, antepasados de los dinosaurios, de los pterosaurios y de los cocodrilos?

John Ostrom, inspirándose en la teoría de Thomas Huxley acerca de las afinidades entre los pájaros y los dinosaurios, fue el primero en defender la idea de que los pájaros

² Ver la reconstrucción artística de estos pájaros en PADIAN, K.; CHIAPPE, L. (1998). «L'origine des oiseaux et de leur vol». *Pour la Science* 246: 30-31.

³ WELLNHOFER, P. (1996). «Un oiseau chinois du Jurassique?». *Pour la Science* 226: 38-39.

⁴ NORELL, M. A.; CLARKE, J. A. (2001). «Fossil that fills a critical gap in avian evolution». *Nature* 409: 181-184.

eran dinosaurios capaces de volar.⁵ Esta idea fue rápidamente aceptada por la mayoría de paleontólogos.

Armand de Ricqlès,⁶ retomando la teoría sintética de la evolución, resume las “pequeñas” transformaciones sucesivas que podrían explicar el paso progresivo de dinosaurios a pájaros (ver tabla 2). Entre los saurisquios (dinosaurios con pelvis de reptil, con un pubis de dirección anterior), algunos, los terópodos, adquirirían en el Triásico huesos huecos y no conservarían más que tres dedos funcionales. El *Coelophys*, un terópodo del Triásico Superior, posee unas patas alargadas adaptadas para la carrera. Más tarde, en el Jurásico, algunos terópodos presentan una mano provista con tres dedos solamente, una fusión de dos clavículas para formar una horquilla sólida y un primer dedo del pie lateral y sobreelevado: son los tetanuros. El *Velociraptor* y *Deinonychus*, tetanuros del Cretácico, están dotados de un carpiano (hueso del puño) semilunar que permite movimientos de las manos en distintas direcciones, facilitando así la captura de las presas. Además las manos y los brazos de estos maniraptores son más largos. Su cintura escapular es más sólida, su esternón más largo y rígido, su pubis más vertical y su cola más corta. El *Archaeopteryx* puede considerarse como un maniraptor que posee menos vértebras caudales y un primer dedo del pie invertido que le permite encaramarse.

Alan Feduccia⁷ pone en duda las similitudes entre dinosaurios y pájaros. Recuerda que los cuatro dedos de los dinosaurios no corresponden tras su desarrollo embrionario al de los pájaros. Según él, la sucesión en el tiempo de los fósiles se opone a la teoría de Ostrom. No descarta la posibilidad de la existencia de pájaros más evolucionados que el *Archaeopteryx* desde el Triásico Superior, época en la que los primeros dinosaurios no tenían características derivadas comunes. Los dinosaurios como el *Deinonychus*, que se utilizan habitualmente para demostrar las relaciones entre los dinosaurios y los pájaros, datan del Cretácico Inferior y se suponen 40 millones de años más jóvenes que el *Archaeopteryx*. Los dinosaurios más próximos a los pájaros son del Cretácico Superior, supuestamente posteriores al *Archaeopteryx* en al menos 75 millones de años. Considera también que los dinosaurios no están dotados para el vuelo: son demasiado grandes y sus miembros anteriores demasiado cortos. De ahí viene, según él, el apego de los partidarios de la teoría de que los dinosaurios tienen un origen en el vuelo de los pájaros a partir de ancestros corredores y a la noción de dinosaurios de sangre caliente cubiertos de plumas aislantes.

Los *Enantiornithes*, repartidos por todo el Cretácico en numerosas regiones del mundo, continúan teniendo características primitivas, sobre todo la cintura pélvica y las patas. Sin embargo tienen más prestaciones para el vuelo que el *Archaeopteryx* gracias a su quilla y su cintura escapular relativamente modernas. Uno de ellos, el *Eoalulavis hoyasi* del Cretácico Inferior, posee incluso una álula, conjunto de plumas en un dedo del miembro anterior que le permite, como a los pájaros modernos, volar a velocidad lenta y aterrizar y despegar con mayor facilidad.⁸ Los *Ornithurines* más antiguos, ya presentes en la base del Cretácico, se presentan con una menor homogeneidad y de forma más fragmentaria que los *Enantiornithes*. Sus restos fósiles permiten observar rasgos modernos que no se encuentran en los *Enantiornithes*.

⁵ OSTROM, J. H. (1973). «The ancestry of birds». *Nature* 242: 136.

⁶ DE RICQLÈS, A. (1999). «Les animaux à la conquête du ciel». *La Recherche* 317: 122. Véase también, PADIAN, K.; CHIAPPE, L. (1998). *Op. cit.*: 32-39

⁷ FEDUCCIA, A. (1996). *The Origin and Evolution of Birds*. Yale University Press, pp. 45-91.

⁸ Véase, «L'ancêtre des oiseaux». *La Recherche* 296: 84.

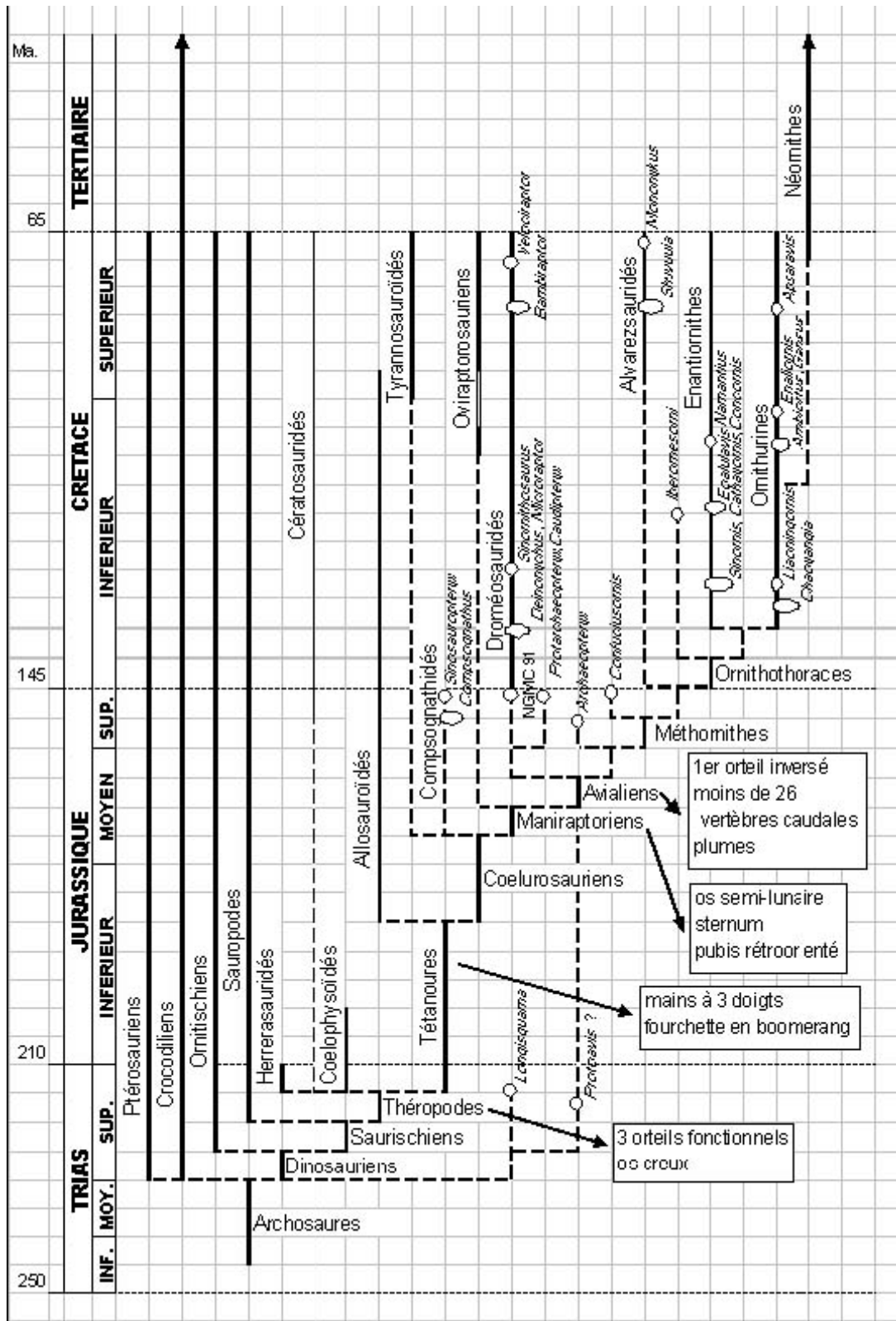


Tabla 2. Árbol evolutivo de los pájaros a partir de los reptiles. (---: relaciones de parentesco supuestas; Ma [millones de años]: escala de tiempo supuesta).

Los problemas de la evolución de los pájaros

Una cronología problemática. Esta sucesión podría parecer como el escenario ideal en la perspectiva darwiniana de la evolución. Los eslabones que faltaban aparecen unos tras otros hasta completar la cadena evolutiva de los pájaros con una evidente progresión. Desgraciadamente, este orden tan bonito, no es del todo perfecto.

Recientemente se ha encontrado el *Microraptor zhaoianus*, un terópodo maniraptor del Cretácico Inferior de China, más pequeño que el *Archaeopteryx*, que eliminaría la disparidad de tamaño existente entre los pájaros primitivos y sus ancestros terópodos más cercanos mencionados por Feduccia. Este terópodo, sin plumas, estaría por su tamaño preadaptado al vuelo y habría tenido como el *Archaeopteryx* un modo de vida arborícola.⁹ Sin embargo, es posterior a este, como también lo son los “dinosaurios con plumas” (*Protarchaeopteryx*, *Caudipteryx*) y más claramente aún los Alvarezsaurios (*Mononykus*, *Shuvuuia*), que tienen plumas pero son demasiado grandes y tienen los miembros anteriores demasiado cortos para el vuelo. El *Bambiraptor*, que tendría las proporciones adecuadas es mucho más grande y más reciente. El origen del vuelo, por lo tanto, no está por ahora suficientemente clarificado con los fósiles, ya que no presentan por el momento un buen intermedio.

El origen de las plumas no está dilucidado. El origen de las plumas sigue siendo todavía un problema mayor. Este año [2001] algunos investigadores han dado énfasis a las similitudes entre las escamas del *Longisquama* con las plumas de ciertos periquitos, con lo que ha vuelto a resurgir, según un periodista, la leyenda de los reptiles con plumas.¹⁰ Sin embargo, estas similitudes fueron enseguida puestas en duda.¹¹ En 1990, Wellnhofer decía: «La opinión según la cual las plumas provienen de las escamas de los reptiles no está respaldada por los descubrimientos paleontológicos».¹² Esta declaración sigue siendo de actualidad. En la actualidad la mayoría de los paleontólogos están de acuerdo en el hecho de que las plumas habrían aparecido primero en ciertos terópodos y que los pájaros a posteriori las hubieran usado para volar. Recientemente se han descrito dos maniraptores dromeosáuridos, *Sinornithosaurus millenii*¹³ y NGMC 91,¹⁴ portadores de filamentos aislados, en manojo y ramificados. La serie de *Sinosauropteryx*-NGMC 9-*Sinornithosaurus*-*Protarchaeopteryx*-*Archaeopteryx* mostraban una progresión en la evolución de las plumas. Partiendo de los filamentos huecos y aislados del *Sinosauropteryx*,¹⁵ pasaríamos a los manojos y a los filamentos ramificados, parecidos a plumas, de NGMC 91 y de *Sinornithosaurus*, y después a plumas verdaderas, aunque simétricas, de *Protarchaeopteryx* y *Caudipteryx* y por fin a las plumas asimétricas del *Archaeopteryx* y de los pájaros modernos. Aunque interesante, esta serie es considerada como una hipótesis por sus propios autores. Aquí también la cronología supone un problema, porque las plumas asimétricas aparecen antes que los diferentes tipos de filamentos. Considerando esta hipótesis, la evolución

⁹ XU, X.; ZHOU, Z.; WANG, X. (2000). «The smallest known non-avian theropod dinosaur». *Nature* 408: 705-708.

¹⁰ Véase, «La légende du reptile à plumes prend corps». *Le Monde*, 22 julio 2000. Véase también, «Un lézard volant plane sur l'évolution». *Science et Vie* 996 (septiembre 2000): 16.

¹¹ REISZ, R.; SUESS, H.-D. (2000). «The 'feathers' of Longisquama». *Nature* 408: 428.

¹² WELLNHOFER, P. (1990). «L'archéoptéryx». *Pour la Science* 147: 39. (Ed. esp.: WELLNHOFER, P. (1990). «Archaeopteryx». *Investigacion y Ciencia* 166: 42-50).

¹³ XU, X.; ZHOU, Z.; PRUM, R. O. (2001). «Branched integumental structures in *Sinornithosaurus* and the origin of feathers». *Nature* 410: 200-203.

¹⁴ JI, Q.; NORELL, M. A.; GAO, K.; JI, S.; REN, D. (2001). «The distribution of integumentary structures in a feathered dinosaur». *Nature* 410: 1084-1088.

¹⁵ Véase, *Science et Origines* 1: 4.

progresiva de las plumas se hubiera hecho obviando la funcionalidad del vuelo. Los pájaros no tendrían más que fabricar sus alas a expensas de estos apéndices ya hechos por completo.¹⁶

Un aparato respiratorio sin precursor. Charles Devillers y Henry Tintant han suscitado otro problema importante, el de los pulmones de las aves con su complejo sistema de sacos alveolares. Según ellos, nada presagia que exista este tipo de pulmón en los vertebrados ya sean batracios, reptiles o mamíferos todos ellos con pulmones con alvéolos.¹⁷

Vestigios de pájaros más antiguos que el *Archaeopteryx*. En 1992, se encontraron huellas de pájaros en África y América del Norte en estratos inferiores a los que contienen al *Archaeopteryx*.¹⁸ Añadiendo estos descubrimientos al del controvertido *Protoavis* del Triásico Superior se considera menos probable un origen dinosaurio de los pájaros debido al poco tiempo que se cree correspondería para que ciertos dinosaurios se transformaran en pájaros. Generalmente estas huellas son ignoradas.

El caso *Archaeoraptor*. Supersticiones, afortunadamente escasas, han empañado la historia de la paleontología. Los fósiles de pájaros no han estado ajenos a ellas ya que en el 1999 aparecía en el *National Geographic*, la descripción de un fósil, el *Archaeoraptor*, que enseguida se reconoció como falso, montado pieza a pieza por uno de los cada día más numerosos traficantes con ánimo de lucro y poco escrupulosos con las preocupaciones científicas.¹⁹ Este incidente originó numerosas reacciones, por ejemplo la de Henry Gee de la revista *Nature*: los especialistas pueden dejarse engañar más fácilmente cuando el fraude «corresponda con mayor exactitud con lo que se está deseando encontrar».²⁰

Conclusiones

En estos últimos veinte años, los numerosos descubrimientos de pájaros fósiles parecen haber llenado el vacío entre el *Archaeopteryx* y los pájaros modernos. Sin embargo los problemas persisten: la edad de los estratos de los pájaros fósiles no se corresponde siempre a la sucesión esperada de las variaciones evolutivas ni a las apariciones bruscas de ciertas especializaciones, como el buceo, que es embarazosa para la teoría de la evolución. Hay que resaltar sin embargo que actualmente se tiende a admitir una pérdida de vuelo “quasi instantánea” en ciertas especies.²¹

El paso de reptiles a pájaros primitivos parece más delicado de probar. Los “dinosaurios con plumas” apenas más antiguos que el *Archaeopteryx* y los Alvarezsaurios, dinosaurios incapaces de volar, pero dotados de características de los

¹⁶ Véase, «Les ailes des oiseaux: un bricolage réussi». *Sciences et Vie* 213 (número extraordinario, diciembre 2000): 102-104

¹⁷ DEVILLERS, C.; TINTANT, H. (1996). *Questions sur la théorie de l'évolution*. París : Presses Universitaires Françaises, p. 151.

¹⁸ LOCKLEY, M. G.; YANG, S. Y.; MATSUKAWA, M.; FLEMING, F., LIM, S. K. (1992). «The track record of Mesozoic birds: evidence and implications». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series B, 336: 113-134.

¹⁹ Véase, «Le trafic de fossiles se mondialise en toute impunité». *Le Monde*, 3 enero 2001, pág. 21.

²⁰ Véase, «Un faux dinosaure a plumas chinois sème l'émoi chez les paléontologues». *Le Monde*, 4 marzo 2000.

²¹ DEVILLERS, C.; TINTANT, H. *Op. cit.*: 128.

pájaros modernos, mucho más recientes, no hacen más que subrayar que en el panorama actual de los conocimientos existen muchos meandros y mucho andar a ciegas.²²

A estos problemas se añaden las dificultades metodológicas. Las dos teorías que se barajan en cuanto al origen de los pájaros tienen a menudo como meollo la elección de caracteres para hacer comparaciones entre especies. Con el consiguiente riesgo de descartar aquellos caracteres que no se correspondan con la teoría que se defiende.

Es necesario también, ya que se quiere establecer un árbol filogenético (genealógico), determinar los caracteres especializados comunes a las dos especies. Ya desde el comienzo existen dificultades debidas a los restos fósiles, a veces mal conservados y otras veces incompletos. Las posibilidades de error no pueden obviarse. Además, dependiendo de la hipótesis de la que se parta, esta influirá inevitablemente en la interpretación de los datos. Los *Protoavis*, los Alvarezsaurios, la correspondencia entre los dedos de los dinosaurios y de los pájaros, las “plumas” del *Longisquama* o el origen del vuelo se explican de forma diferente en función de la teoría defendida.

No hay que olvidar nunca que la paleontología se interesa por especies desaparecidas, algunas de las cuales están tan alejadas de las especies actuales que apenas podríamos imaginar su existencia. Basados en este hecho, puede ser imprudente razonar acerca de pájaros primitivos y terópodos próximos a los pájaros a partir de los conocimientos que tenemos de los pájaros modernos. Chiappe, uno de los grandes especialistas sobre pájaros fósiles, habla incluso de ingenuidad.²³ Es decir, quedan aún muchos interrogantes.

Ulteriores descubrimientos permitirán establecer de forma más veraz el parentesco entre los pájaros y los reptiles (dinosaurios o no), o, ¿quedarán estos, por falta de hechos indiscutibles relegados en su grupo respectivo? Es un asunto pendiente.

traducción Alicia Prat Boix

²² Véase, WELLNHOFER, P. (2000). «Les nouveaux cousins de l'archéoptéryx». *Pour la Science* 277: 20. «D'Archaeopteryx à Velociraptor, les tâtonnements de l'évolution». *Le Monde*, 24 junio 1998, pág. 24.

²³ CHIAPPE, L. (1995). «The first 85 millions years of avian evolution». *Nature* 378: 349-355.