

LA EVOLUCIÓN DE LAS AVES DESDE LOS DINOSAURIOS



Autor:
NICOLÁS SOSA
(2021)



Archaeopteryx

Quién no recuerda de niño estando en clase, que el profesor nos explicara algo lo suficientemente increíble como para asombrarnos, aunque solo fuera por unos instantes, haciéndonos volar la imaginación y creer increíble ese hecho.

Él nos dijo en clase: "que las aves procedían de los reptiles".

Me impactó esa frase, y me hacía una y otra vez la misma pregunta ¿cómo podía un lagarto cambiar y transformarse en un ave? Púes lo explicó, y habló de la evolución de las especies.

Desde aquél entonces una de mis curiosidades y aficiones han sido las aves y cómo llegaron convertirse en lo que son hoy.

Origen de las aves

Por décadas, los científicos han buscado solucionar el enigma del origen de las aves, del vuelo y de cómo sucedió exactamente esto, por lo que aún no se tiene una teoría concluyente y probablemente pase mucho tiempo antes de llegar a tener una, sin embargo, de acuerdo a la evidencia actual se tienen algunas hipótesis y los científicos continúan tratando de resolver el misterio apoyándose sobre el registro fósil y tratando de descifrar la evolución de las aves en placas de piedras.

Lamentablemente, el registro fósil de las aves antiguas no es muy extenso y no se ha podido llegar a una determinación concluyente en cuanto a su origen. Posiblemente, el registro fósil es escaso porque el esqueleto de un ave se conforma por “huesos huecos o porosos” los cuales pueden tender a desintegrarse antes de que el proceso de fosilización se complete. Sin embargo, en algunos hábitats (como los pantanos) es posible que algunos restos hayan podido fosilizarse en buena manera.

El fósil más antiguo conocido es el del Archaeopteryx (que significa “ala antigua”, ave primitiva que vivió en el periodo Jurásico), el cual se piensa existió hace aproximadamente 140 millones de años en el Jurásico tardío y que se encontró en lo que ahora se conoce como Babarúa, en Alemania. Fue considerado por muchos científicos como el eslabón perdido, ya que posee

características tanto de reptiles como de aves. Tenía también dientes y una cola larga como los reptiles y a su vez plumas como las aves en los antebrazos.

Existe un debate en cuanto a dos teorías que explican la hipótesis de las aves: La teoría de que las aves evolucionaron a partir de los dinosaurios y la teoría del origen a partir de un reptil pre-dinosaurio. La primera idea que postulaba que las aves evolucionaron de los dinosaurios fue pronunciada por primera vez en 1860, la idea que fue posteriormente rechazada, argumentando que las aves debieron evolucionar separadamente de los dinosaurios, probablemente de un reptil predinosaurio pues indicaba que el grupo de los dinosaurios que supuestamente guardan mayor similitud con las aves (*el grupo de los terópodos*) carecen de la fúrcula* (*en las aves, la fúrcula es un hueso formado por la fusión de las clavículas la cual, da la capacidad de batir las alas).

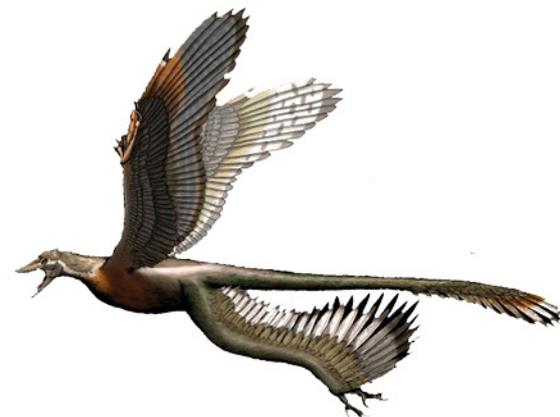
En excavaciones, descubrieron otro fósil al cual llamaron Deynonychus que significa “garra terrible”, debido a que presentaba unas garras parecidas a las de los velociraptores en Parque Jurásico. Al estudiar el fósil de Archaeopteryx se dieron cuenta de que el esqueleto de éste parecía una versión pequeña de Deynonychus, encontraron así muchas similitudes entre estos dos fósiles y por lo tanto pensaron que ambos podrían ser ancestros de las aves y que estas similitudes sostenían la teoría del origen a partir “de los dinosaurios”. Sin embargo, otros investigadores



Terópodos



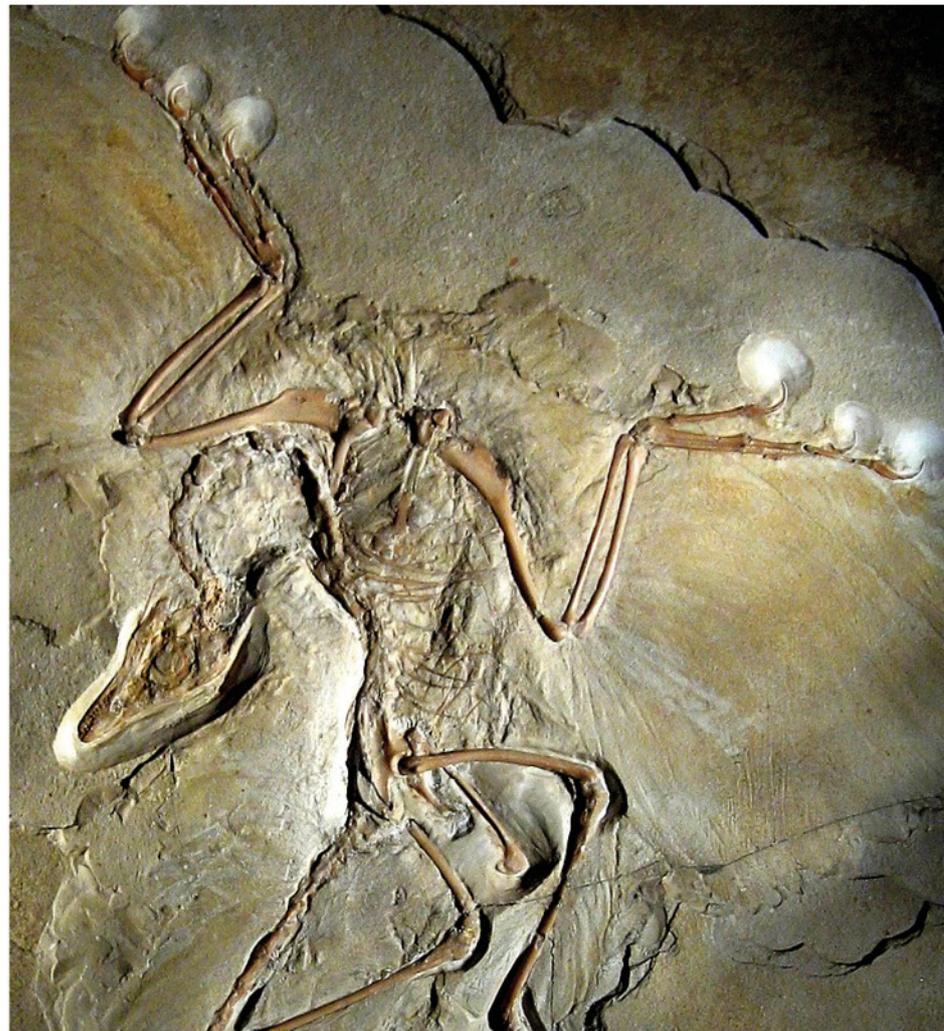
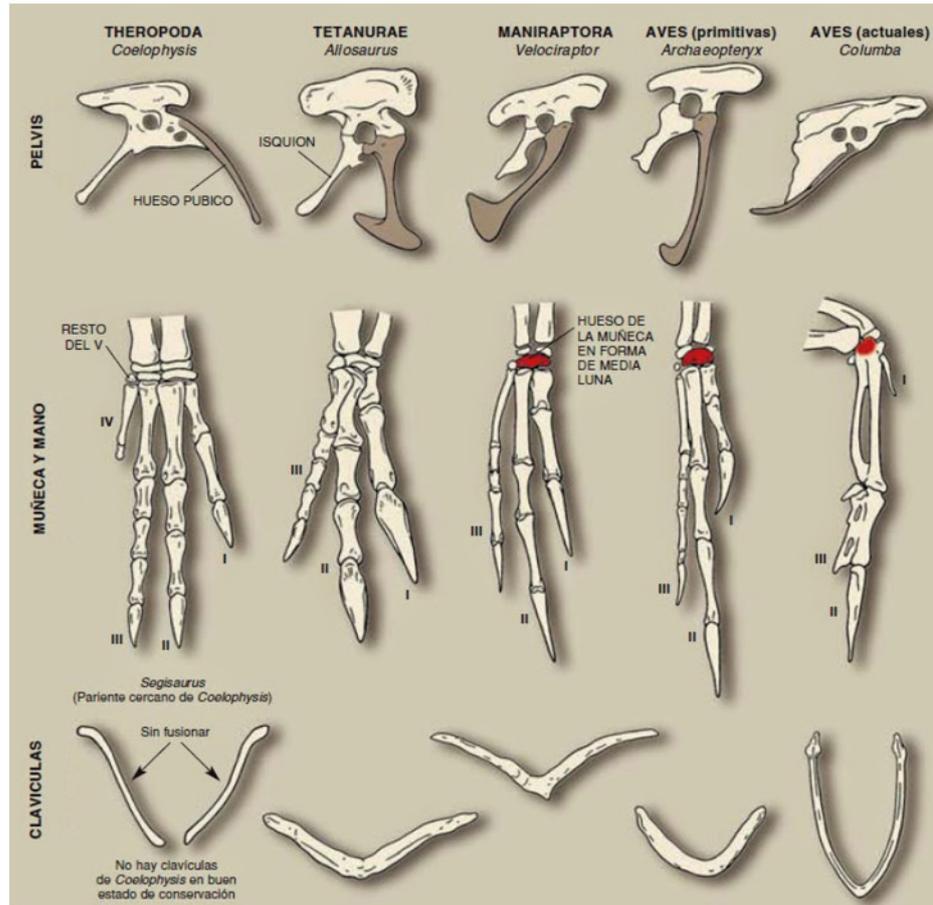
Deynonychus



Microraptor

disentían de la teoría “de los dinosaurios” basados en estudios hechos a partir de un fósil conocido como *Microraptor*. En dichos estudios, concluyen que la disposición de las patas traseras es más parecida a la de los cocodrilos que a la de los dinosaurios, de ahí que sostenían más la teoría del “reptil pre-dinosaurio”.

Una teoría más contemporánea y un poco más elaborada postula que los cocodrilos y los dinosaurios separaron sus rumbos evolutivos cuando estos últimos desarrollaron la capacidad de pararse en dos patas (*hace aproximadamente unos 240 millones de años*). Después de esta división, surgió el grupo conocido como terópodos (*que incluyen por ejemplo al Tyrannosaurus Rex*), caracterizados por su dieta carnívora y su andar bípedo. Los terópodos desarrollaron características que comparten con las aves modernas, como son las patas de tres dedos y la fúrcula (*pieza ósea en forma de V que tienen las aves entre el cuello y el pecho, formada por la unión de las dos clavículas*). De tal forma, algunos investigadores agrupan al *Archaeopteryx*, *Deynonychus*, *Microraptor* y las aves dentro del grupo de los terópodos, por lo cual suponen que todos los dinosaurios pertenecientes a este grupo debieron tener plumas. De tal forma, esta teoría relaciona evolutivamente a las aves con los dinosaurios, incluyéndolas dentro del grupo de los terópodos y es la teoría que actualmente tiene mayor aceptación por la evidencia y el uso de nuevos análisis como los cladísticos o clados* (**es una rama de la biología que define las relaciones evolutivas entre los organismos basándose en similitudes derivadas*).



Teorías evolutivas para la obtención del vuelo

Teoría Arborícola

Según la primera hipótesis, los descendientes Terópodos de los Archaeopteryx y otras aves primitivas hubieran sido arborícolas. Estos animales correrían de rama en rama sobre sus dos patas traseras, manteniendo con su cola larga el equilibrio, y subirían y bajarían por el árbol utilizando sus grandes garras, más o menos como lo hacen hoy en día los jóvenes de la especie "Opisthocomus hoazin". Poco a poco, y como lo hacen las ardillas, saltarían de rama en rama y de árbol en árbol. La selección natural favorecería los saltos más largos y más precisos, y para ello sería adecuado un aumento de la superficie que propiciaría un planeo más largo, tras una propulsión vertical, y una mayor precisión; es decir, las alas.

Según esta hipótesis, la evolución de las aves voladoras dio unos cuantos pasos:

- 1) formas primitivas de saltadores
- 2) formas intermedias planeadoras



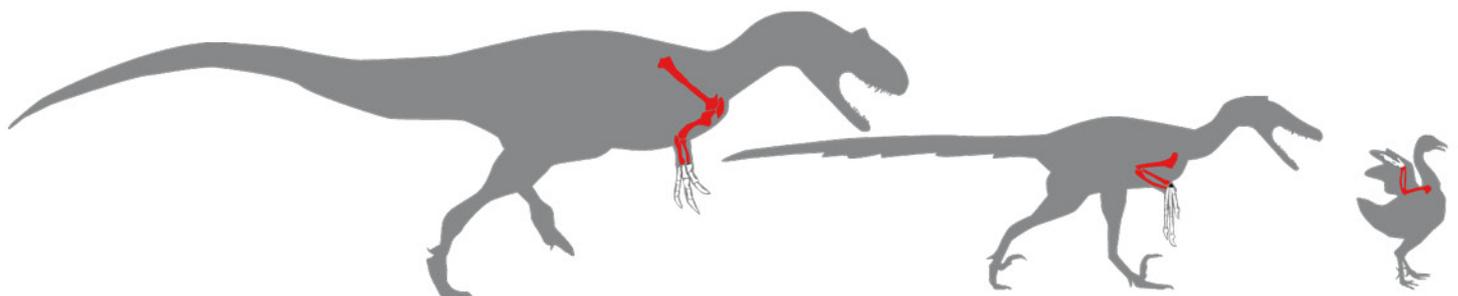
Hoatzin (*Opisthocomus hoazin*). Aves que sobrevive en la actualidad

pero poco voladoras como los Archaeopteryx, y
3) voladores definitivos activos.

Teoría Cursorial

Según la Teoría, las pro-aves serían rápidos dinosaurios bípedos, y utilizarían las alas como los aviones, es decir, que al correr, la fuerza ascendente aumente y de esa manera aligerar el peso al animal. Más tarde, empezarían a batir sus alas para aumentar su velocidad, más o menos como lo hacen las gallinas al huir de

algo. Finalmente, el músculo pectoral y las plumas de las alas aumentarían tanto como para posibilitar el volar libremente. Pero esta teoría también presenta lagunas. Ya que, esas pro-alas no serían lo más óptimo para un animal bípedo para aumentar su velocidad. Es más, en esas condiciones la velocidad la darían las patas traseras al impulsarse con el suelo, y abrir las alas aumentaría notablemente la fuerza de rozamiento (*rompería la aerodinámica*).



¿Por qué la primera pluma fósil de dinosaurio provocó décadas de debates?

Esta pluma de 150 millones de años, la primera descubierta, se encontró en una cantera de caliza en Alemania en 1861. Ahora, una investigación laboriosa aporta evidencias fulminantes de tres cuestiones polémicas sobre la pluma: que pertenece al dinosaurio *Archaeopteryx* (el vocablo *Archaeopteryx* proviene del griego, su nombre significa "Ala Antigua" y ha sido castellanizado como *Arqueópteryx*), que es un tipo de pluma del ala denominada cobertera primaria y que su color original era negro mate.

Desde su aparición en una cantera, la primera pluma fosilizada que se ha identificado ha sido un icono de la paleontología: por un lado, era muy similar a las plumas de las aves modernas, pero por el otro estaba sepultada en una roca antigua.

Esta pluma de 150 millones de años fue el primer fósil vinculado al *Archaeopteryx lithographica*, nombre otorgado a un dinosaurio con plumas hallado en unas rocas cercanas. La mezcla de rasgos de ave y dinosaurio en este animal antiguo del tamaño de un cuervo eran un ejemplo de transición evolutiva, lo que respalda las teorías de Charles Darwin.

En la actualidad, la pluma que lo empezó todo es sin duda el fósil más famoso de su tipo. Pero también es el más polémico.

La cuestión no es si el *Archaeopteryx* tenía plumas: muchos de los 13 esqueletos que se han descubierto preservan las improntas de las plumas. Más bien, "que aporta evidencias



Pluma de 150 millones de años



preliminares de la profunda historia evolutiva de las aves modernas”.

Un estudio de la pluma fósil para discernir tanto su color como el lugar específico que ocupaba en el ala del Archaeopteryx, descubrió que lo más plausible era que la pluma formaba parte de la superficie superior del ala izquierda del Archaeopteryx, donde habría servido de apoyo para una pluma de vuelo primaria. El equipo también analizó la pluma bajo microscopios de alta potencia y encontró pigmentos fosilizados que sugerían que era de color oscuro.

Para aportar más pruebas del vínculo de la pluma con su supuesto dueño, se examinó el único fósil conocido de Archaeopteryx que preserva

improntas de las superficies superiores de las alas. El fósil demuestra que una pluma del tamaño y la forma del fósil misterioso habrían encajado en el plumaje del ala.

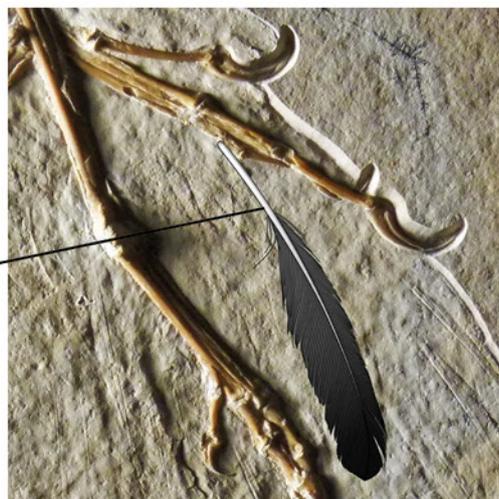
Cuando el equipo colocó un escáner de la pluma aislada en su hipotética ubicación en el ala, su forma y tamaño encajaba a la perfección en las coberteras primarias.

Asimismo, ese fósil también preserva restos de las barbas de la pluma, que sobresalen del cañón casi en el mismo ángulo que las de la pluma fosilizada.

El equipo también revisó los mapas de los lugares donde habían hallado fósiles de Archaeopteryx (*todos los esqueletos conocidos se encontraron en canteras de caliza de la región de Solnhofen,*

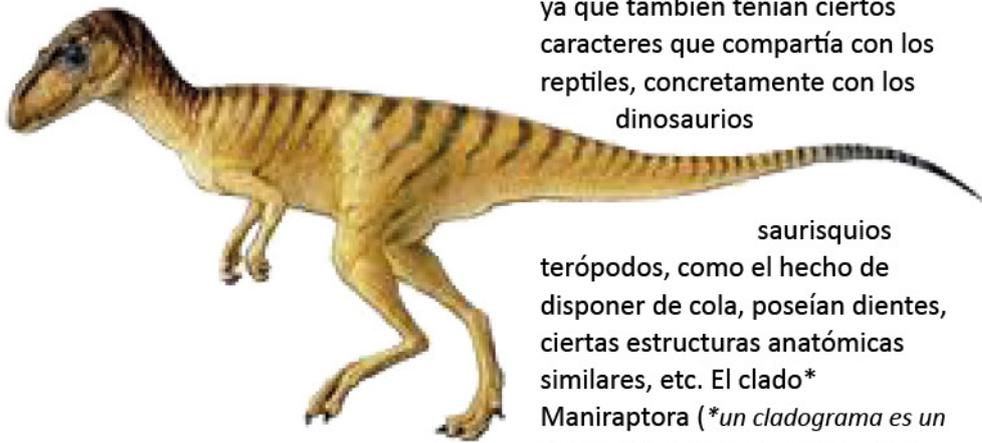
en el sur de Alemania, en un área de unos 64 kilómetros de diámetro). El lugar donde se descubrió la pluma fosilizada se encuentra a menos de 2,4 kilómetros de los yacimientos donde encontraron cuatro de los 13 fósiles de Archaeopteryx.

Investigaciones anteriores predijeron que la pluma probablemente era de color negro. Ahora, el nuevo análisis del patrón de los cuerpos de pigmento capturados por el fósil ha reforzado esta idea y que era poco probable que tuviera un tono muy iridiscente o brillante. Concretamente, detectaron melanosomas, que son estructuras pigmentarias microscópicas. Después de refinar su reconstrucción de color, descubrieron que la pluma era completamente negra mate.



Periodo jurásico

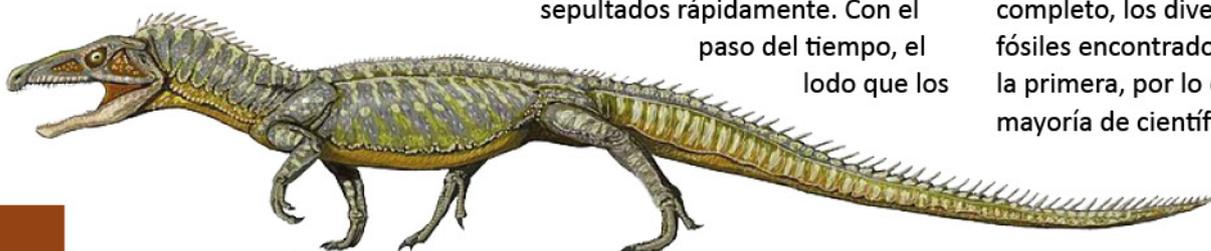
Para conocer el origen de las aves es necesario retornar al periodo jurásico, 200 y 145 millones de años, durante esa época habitaba el *Archaeopteryx lithographica*, con un tamaño similar a una paloma, el cual estaba provisto de potentes uñas que le habilitaban para trepar entre la vegetación, también disponía de alas que le servían para desplazarse entre los árboles y su cuerpo permanecía revestido de plumas. Se trataba de una especie mitad reptil, mitad ave, ya que también tenían ciertos caracteres que compartía con los reptiles, concretamente con los dinosaurios



Saurisquios Terópodos

saurisquios terópodos, como el hecho de disponer de cola, poseían dientes, ciertas estructuras anatómicas similares, etc. El clado* *Maniraptora* (*un cladograma es un diagrama que permite representar el parentesco evolutivo entre las especies), incluye a los dinosaurios emplumados más próximos a las aves, como el *Velociraptor*, *Oviraptor*, el *Alvarezsaurus*.

Al parecer, debido al estallido de un violento temporal, ejemplares de *archaeopteryx* se vieron arrastrados por los fuertes vientos hacia el interior de un lago lejos de la orilla, donde se ahogaron. Sus restos quedaron depositados en el fondo de la laguna, donde quedaron sepultados rápidamente. Con el



Tecodontos

sepultó se convirtió en roca de tipo calcáreo. Todo ello favoreció la fosilización de los esqueletos, de ahí que se encontraran en un óptimo estado de conservación. En la roca quedaron grabados no sólo el esqueleto del ave, sino lo que fueron sus plumas, detalle este de suma importancia dado que permitió corregir una primera identificación errónea. El estudio de estos restos fósiles sirvió para realizar una reconstrucción bastante aproximada de lo que fue el primer ave, que presentaba características extremadamente primitivas.

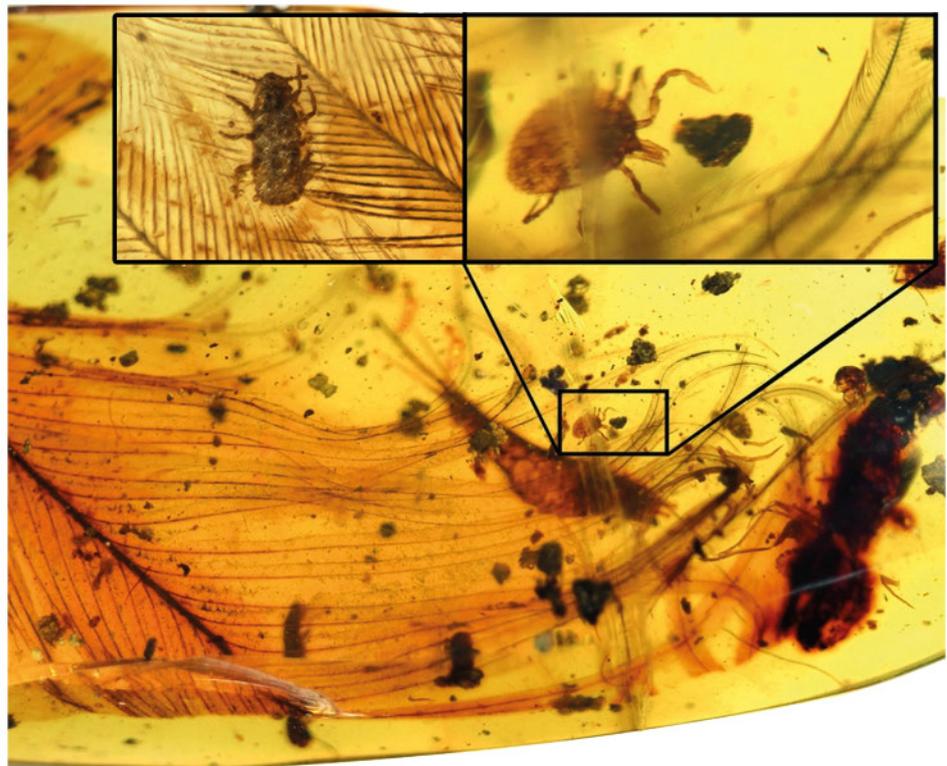
Una de las incógnitas que nos ofrece el proceso evolutivo de las especies es precisamente éste, el origen de las aves. Digamos de entrada que no existe un consenso entre los estudiosos en lo referente a este tema, que daría mucho para debatir. Sin embargo, y a modo de resumen, podríamos decir que actualmente se barajan dos hipótesis como las más probables: la primera defiende que las aves se originaron en el Jurásico a partir de dinosaurios terópodos (“pies de bestia”), de hecho serían una rama especializada de dinosaurios terópodos maniraptores; y la segunda sitúa el origen de las aves aún más atrás en el tiempo (en el Triásico), antes que los propios dinosaurios, de forma que las aves habrían surgido de unos reptiles “tecodontos” que habrían dado origen a cocodrilos, pterosaurios, dinosaurios y aves entre otros. Si bien esta hipótesis aún no ha podido descartarse por completo, los diversos hallazgos fósiles encontrados parecen avalar la primera, por lo que para una mayoría de científicos las aves son descendientes de los dinosaurios.

El fósil, *Archaeopteryx lithographica*, encontrado en 1861 que vivió hace unos 140-150 millones de años, hacia finales del Jurásico, que era del tamaño similar al del cuervo, paloma o la gallina actual, como comentábamos anteriormente, presentaba el cuerpo completamente plumado, incluida una larga cola (*compuesta de 23 vértebras*) similar a la de los reptiles. La cabeza presenta el rostro prolongado a modo de pico y con dientes, si bien parece ser que no llegó a tener un pico como tal (*estructura córnea de las aves actuales*). Los miembros anteriores estaban transformados en alas perfectamente plumadas, pero que aún presentaban tres dedos a modo de garras. Los músculos pectorales eran débiles, de lo que se deduce que no debió de ser un buen volador, sino más bien una especie trepadora que trepaba por los troncos de los árboles ayudándose de las garras de la mano y de la cola, y que realizaba planeos para desplazarse entre los árboles y para buscar alimento; además debía desenvolverse con soltura también en tierra a tenor de la estructura de su pelvis y de la robustez de las patas. Los que defienden que fue un ágil corredor se basan en esto último, y para éstos el hecho de tener emplumadas las extremidades superiores se debía a facilitar la captura de insectos a la carrera, por lo que las alas serían accesorios meramente de apoyo, no de vuelo.

En torno a la forma de vida del *Archaeopteryx* existe gran discrepancia: de un lado se encuentran quienes sostienen que estaba adaptado a la vida en el suelo, y del otro los que lo consideraban arbóreo. Aunque no se sabe a ciencia



Se conserva en ámbar las alas de un ave de la época de los dinosaurios.



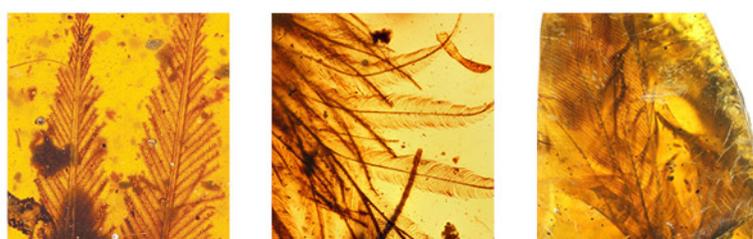
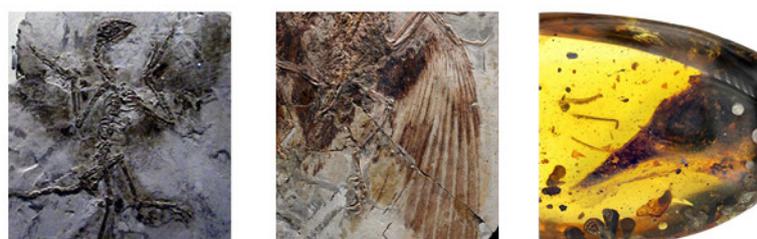
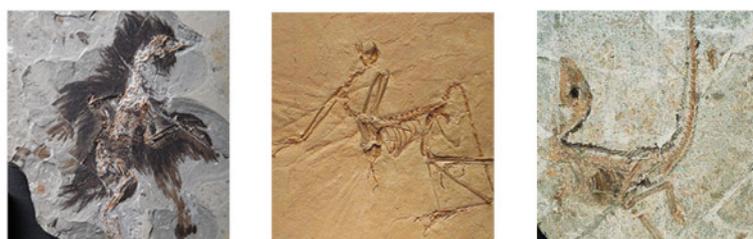
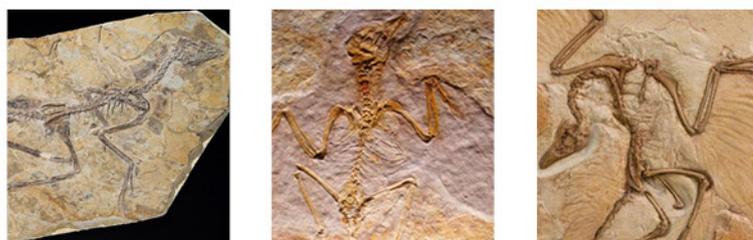
Como curiosidad, comentar que se descubrió en un ámbar y que en su interior tenía plumas, la existencia de piojos y garrapatas que se alimentaban de dinosaurios y aves primitivas. El estudio de las plumas preservadas de hace 100 millones de años, permite descubrir que los dinosaurios tenían piojos (prácticamente igual que los actuales) y en su observación, la garrapata se encuentra llen de sangre.

cierta, el esqueleto de este individuo es similar al de un dinosaurio terópodo, los cuales a partir de sus características físicas “longitud de las patas y pies” se asocian a los modos de vida tanto arborícola como terrestre. Es por esto que la tendencia actual es a considerarlos generalistas y con una dieta complementada en arbustos, terreno abierto y costas de lagunas. Existe la teoría de que se alimentaban de presas pequeñas, a las que según el tamaño atrapaban con las garras o la mandíbula.

Lo mismo que los carnívoros pequeños, el *Archaeopteryx* tenía unas mandíbulas alargadas y delgadas con dientes menudos, unos dedos con garras en cada ala, un cuello esbelto y flexible, unas patas largas y un cuerpo corto. Probablemente este dinosaurio pasaba la mayor parte del tiempo andando que volando. Al correr cogía grandes velocidades. El tamaño no estaba muy de acuerdo con los terópodos y demás clases de dinosaurios carnívoros pequeños.

Claro que en aquel entonces el continente europeo era muy diferente a como lo conocemos en la actualidad, pues entonces este continente era tan solo un gran archipiélago que contaba con condiciones climáticas tropicales, lo que favorecía el crecimiento y desarrollo de determinadas plantas.

Cabría pensar también que podría haber vivido tanto en el suelo como entre los arbustos y alimentarse en cualquiera de los dos sitios dependiendo en gran medida de la presa que hubiese capturado en el momento. En lo que parecen estar de



acuerdo todos los científicos es en que su alimentación se basaba en pequeños animales que cazaba, bien con sus dientes o con sus garras, algo que no se ha podido determinar aún con total exactitud.

Obviamente el tamaño del *Archaeopteryx* era mucho más pronunciado y contaba con dimensiones algo mayores, llegando a compararlo con el tamaño que tienen los cuervos en la actualidad. Así que para tener una mejor idea, diremos que el peso rondaría el kilo y la longitud de este animal sería de unos 50 centímetros. Tenía unas alas redondeadas que en los extremos se tornaban mucho más grandes, aunque éstas aparentemente no estaban preparadas para poder volar, por lo que más bien este animal planearía. Pero ese dato es algo que se desconoce por el momento, aunque el hecho de no tener un gran esternón que sujete la musculatura que tiene que ver con el vuelo como tienen nuestras aves actuales hace pensar precisamente lo que hemos comentado, que no volarían, más bien planearían. Aunque por otro lado nos encontramos con que sus plumas son de forma avanzada, como se observa en los pájaros actuales, lo que además de llevarnos a la conclusión de que éstas comenzaron a evolucionar antes del Jurásico superior.

Se indica la atención y curiosidad de los investigadores, principalmente por tratarse de un espécimen con formas reptilianas pero recubierto de plumas, el fósil puede considerarse como uno de los hallazgos más populares entre la comunidad científica, sobre todo para poder dar una explicación sobre el origen de

las aves. Muchos paleontólogos sostienen que el *Archaeopteryx lithographica* es el avial más antiguo que se conoce en la actualidad, aunque lo cierto es que existen hallazgos de especímenes que datan de mayor antigüedad.

La popularidad del *archaeopteryx* radica principalmente en el hecho de que mayoritariamente es considerado como el eslabón perdido entre las aves y los dinosaurios, su hallazgo fue clave para que muchos autores considere a las aves como los representantes de los dinosaurios, principalmente por revestir ciertas características especiales:

- Cuerpo cubierto de plumas.
- Función aerodinámica desarrollada.
- Función motora también más desarrollada dado el progreso experimentado en el cerebro de estos animales prehistóricos.

Aunque creíamos que los dinosaurios se extinguieron hace millones de años, todo apunta a que esto no es así. Algunos fósiles indican que los dinosaurios no desaparecieron de la tierra, sino que evolucionaron y las aves son sus descendientes. Al principio la hipótesis no fue aceptada pero, en las últimas cuatro décadas, fue cogiendo mucha fuerza entre el resto de paleontólogos.

Algunas de las características o motivos que refuerzan la teoría de que las aves son dinosaurios:

- Las aves tienen un hueso pectoral llamado fúrcula que también tenían los dinosaurios, incluso los que guardan un menor parentesco con los pájaros.
- Se han encontrado múltiples fósiles de dinosaurios con plumas.
- Algunos fósiles tienen un esqueleto similar al de las aves, con huesos livianos y huecos y con patas largas y esbeltas como las de los pájaros.
- Pulmones y corazón muy parecidos.
- Uso de piedras en la molleja para mejorar la digestión y triturar el alimento.
- La postura mientras duermen.

Los ejemplares encontrados se dividen en dos grupos: los dinosaurios con protoplumas y los dinosaurios con plumas reales. Existe un debate entre si las protoplumas de algunas especies son realmente plumas o solo estructuras de la piel. También se ha estudiado el tipo de plumas de diferentes especies, llegando a la conclusión de que algunas servirían para levantar el vuelo pero otras, por su forma simétrica, no. Sin embargo, esto también sucede con las aves ya que, aunque tengan alas y plumas, no todas pueden volar.





El Archaeopteryx y las características similares con los dinosaurios.

Sus características morfológicas le convierten en un claro candidato de transición de dinosaurios a aves y, por lo tanto, en una pieza clave en el estudio de ambas especies. El Archaeopteryx tenía rasgos de los dinosaurios terópodos manirraptores

(*deinonicosaurios*), familia a la cual pertenecía el famoso velociraptor:

- Mandíbulas con dientes afilados
- Tres dedos con garras
- Dedos segundos hiperextensibles
- Cola larga y huesuda
- Las plumas que presentaba esta supuesta “ave” también las tenían otros dinosaurios.

- Tiene un dedo de atrás de la pata que está ubicado en alto, característica de los terópodos; de hecho al igual que ellos este dedo no apoya en el suelo, como sí sucede en los pájaros.

- Y para acabar con las características comunes diremos que tiene cualidades propias de la estructura ósea de otros ejemplares de dinosaurios, como el cráneo, el cual presenta aperturas, como sucede con otros terópodos.

Pero, por otro lado, también tenía rasgos de las aves actuales.

Algunos de ellos son: el parecido de la estructura y el diseño de las plumas, la presencia de la espoleta o fúrcula (*hueso en forma de horquilla en el pecho único en las aves y los dinosaurios terópodos*) un dedo del pie que se encuentra ligeramente al revés.

Después del primer fósil de Archaeopteryx, se han encontrado otros ejemplares a lo largo de los años. Todos ellos con plumas muy avanzadas, que demuestran que su evolución sucedió antes del Jurásico superior, y que podrían ser la evidencia de que las aves son dinosaurios.

Se conocen otros dinosaurios con plumas o protoplumas, anteriores al Archaeopteryx, que confirman que las plumas se originaron antes que las primeras aves.

Con posterioridad al Archaeopteryx, surgieron otros especímenes a tener en cuenta desde el punto de vista del origen de las aves, ya que más se iban aproximando al fenotipo de aviales modernos. En el periodo cretácico, 145 y 65 millones de años, estos individuos comenzaron a experimentar formas más

avanzadas. Algunos ejemplos los tenemos en las siguientes especies:

- *Ambiortus*: fósil hallado en Mongolia con presencia de quilla y carpometacarpo más similar a las aves actuales.

- *Gansus*: fósil encontrado en China, huesos más avanzados semejante a las aves modernas.

Ave de costumbres acuáticas.

- *Hesperornis*: Aves no voladoras con hábitos buceadores, oriundas de Norteamérica, se trataba de aviales acuáticas con pies lobulados que se alimentaban de peces.

- *Ichthyornis*: aves voladoras con ciertas similitudes a las gaviotas. Estos animales presentaban dimensiones pequeñas, del tamaño de una paloma, poseían dientes y vivían en algunas áreas de los Estados Unidos.

Debido a todo lo que hemos comentado hasta ahora, debemos dejarnos llevar por la evidencia que existe y que nos indica que esta criatura resulta estar en la etapa intermedia.

Cuando hablamos de esta etapa intermedia nos referimos en realidad a la transición entre los dinosaurios y las aves que conocemos hoy en día.

Es por esta razón que este animal resulta fundamental para poder entender la historia de nuestro planeta, ya que su hallazgo

significó un gran avance en el conocimiento del origen de estas misteriosas aves y de cómo es que los dinosaurios pasaron a convertirse en las aves con las que convivimos en la actualidad. Y si a todo esto le sumamos que dos años antes de ser descubierto el Archaeopteryx Darwin publicó "el origen de las especies"; pues todo parece indicar a que éste es el eslabón entre dinosaurios y aves, además de un importante dato a favor de la confirmación de la teoría de la evolución.

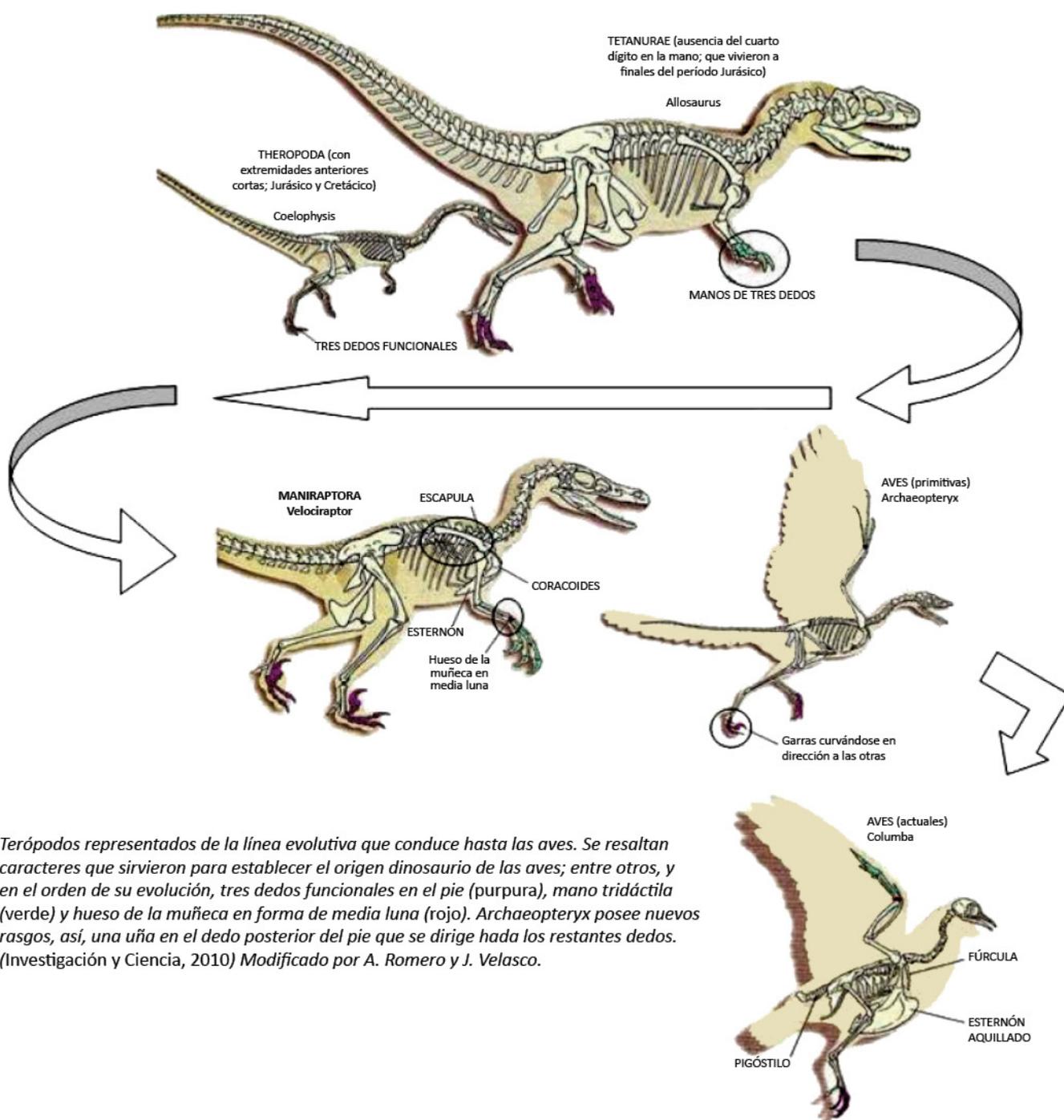
En 1859, Charles Darwin proponía su teoría de la evolución en la obra "EL ORIGEN DE LAS ESPECIES". Un año después zoólogos y paleontólogos comenzaron ya a plantearse la historia evolutiva de las aves a raíz del hallazgo de la pluma fósil de un ave y del esqueleto de un animal que tenía plumas y alas como las de un ave, como ya comentamos. Los caracteres que sirvieron para establecer el origen "dinosaurio" de las aves fueron entre otros y en el orden de su evolución:

- Tres dedos funcionales en el pie.

- Mano tridáctila.
- Hueso de la muñeca en forma de "media luna".

En su evolución, los rasgos de las aves experimentaron modificaciones. Por mencionar algunos:

- se fusionaron los dedos de la mano
- la cola crea el "pigostilo" de vértebras fusionadas
- el dedo posterior del pie sufrió un giro, permitiendo que la garra pudiera agarrarse a la rama del árbol con firmeza.



Terópodos representados de la línea evolutiva que conduce hasta las aves. Se resaltan caracteres que sirvieron para establecer el origen dinosaurio de las aves; entre otros, y en el orden de su evolución, tres dedos funcionales en el pie (púrpura), mano tridáctila (verde) y hueso de la muñeca en forma de media luna (rojo). Archaeopteryx posee nuevos rasgos, así, una uña en el dedo posterior del pie que se dirige hacia los restantes dedos. (Investigación y Ciencia, 2010) Modificado por A. Romero y J. Velasco.

El origen de las aves y el origen del vuelo, aunque relacionados, son dos problemas distintos.

Las plumas cumplían ya otras funciones antes de que se desarrollase el vuelo. Lo más probable es que "Archaeopteryx" no fuera el primer "terópodo" volador.

Se han venido sugiriendo dos hipótesis contrapuestas, la explicación "arborícola", según la cual los antecesores de las aves subían a los árboles y se lanzaban desde las ramas con sus incipientes plumas. El problema es que ni en "Archaeopteryx", ni en sus parientes "maniraptores" se observan adaptaciones arborícolas claras; por ejemplo, pies plenamente prensiles. Quizás algunos de ellos podrían trepar a los árboles.

La hipótesis "corredora" sostiene que los dinosaurios pequeños corrían por el suelo

y extendían sus brazos para mantener el equilibrio mientras cazaban insectos o huían de sus depredadores. La presencia de plumas rudimentarias podría haber expandido la superficie del brazo y haber aumentado la capacidad de sostenerse en el aire.

Las plumas de mayor talla habrían reforzado esta capacidad, hasta la adquisición gradual de vuelo sostenido.

La "hipótesis corredora" está respaldada por el hábito terrestre de los "terópodos" que fueron antecesores inmediatos de las aves. Presentaban los caracteres necesarios para altas velocidades: eran pequeños, activos, ágiles, ligeros, de largas patas y buenos corredores. En cuanto bípedos, sus brazos quedaban libres para el desarrollo de la capacidad de

aleteo, algo que no podemos decir de otros dinosaurios o reptiles de su tiempo.

Quizás lo más probable sea una síntesis de ambas explicaciones. Importante es el mecanismo de batida para el vuelo. Esta batida no solamente permite la sustentación del individuo al mover las alas en el aire, sino también el empuje hacia delante resultante de ese aleteo.

Según la hipótesis "tradicional" de la evolución de las aves, los grupos de aves arcaicas habrían surgido mucho antes de la extinción en masa que acabó con los dinosaurios al final del Cretácico, hace 65 millones de años. Según esta tesis las aves anatómicamente modernas habrían aparecido con posterioridad a dicho acontecimiento catastrófico, al ocupar los nichos que habían quedado vacíos.

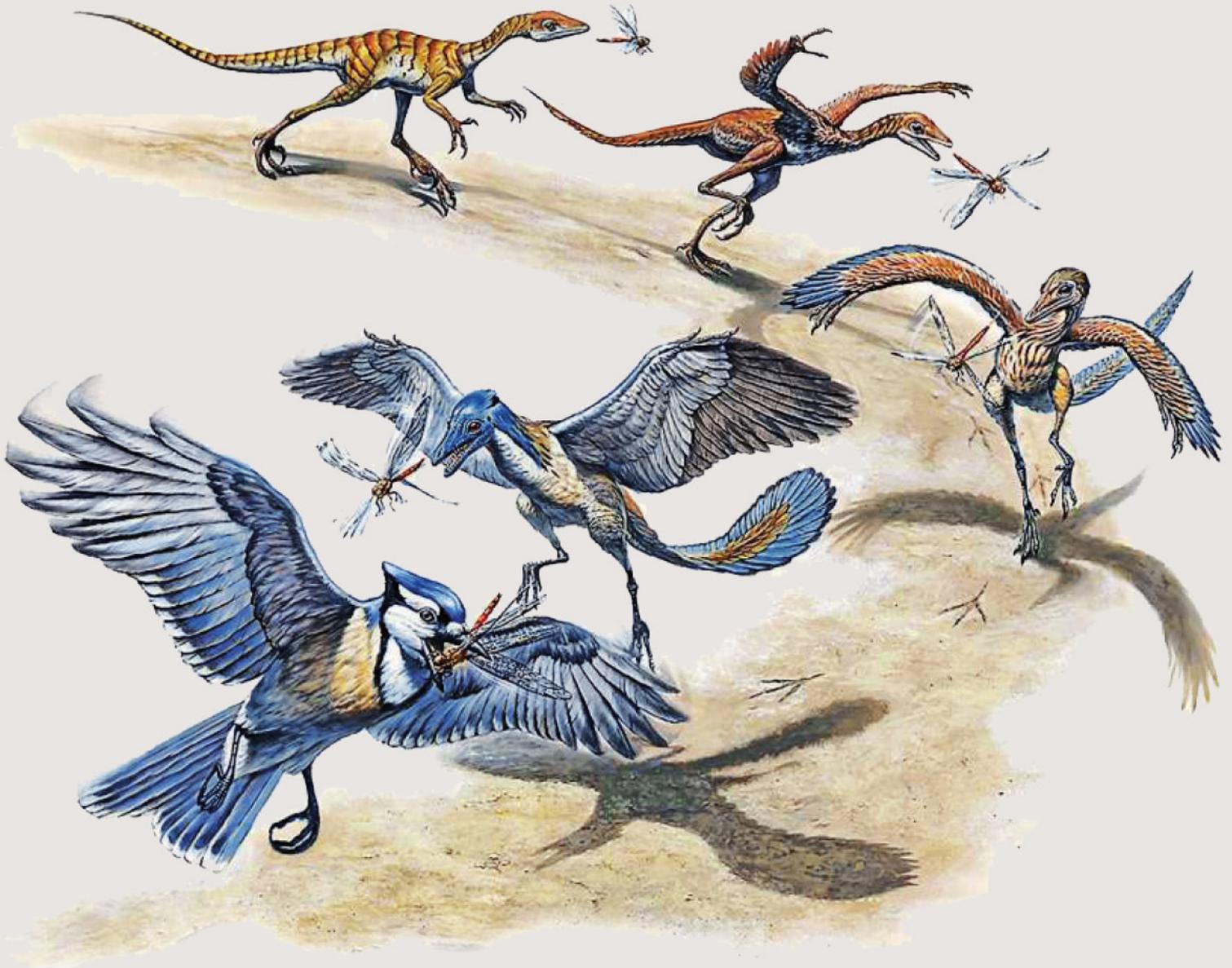


Dinosaurios que usan sus plumas para volar.

Los científicos buscan esclarecer el origen de las plumas al examinar las escamas de los reptiles modernos, los parientes vivos más cercanos a las aves. Tanto escamas como plumas son planas, así que quizá las escamas de los antepasados de las aves se estiraron, generación tras generación. Después puede que los bordes se deshebraran y separaran, convirtiéndose en plumas verdaderas.

También tiene sentido que este cambio ocurriera como adaptación para poder volar. Imaginemos los antepasados de las aves como pequeños reptiles escamosos de cuatro patas que vivían en las copas de los árboles y saltaban de árbol en árbol. Si sus escamas se alargaron, les proporcionaron más y más elevación, lo que habría permitido que las proto-aves planearan un poco más lejos cada vez. En pocas palabras, la evolución de las plumas pudo haber ocurrido al mismo tiempo que la evolución del vuelo.

Evolución al vuelo



En el proceso evolutivo relacionado con el origen de las aves, es de destacar que estos animales sufrieron importantes adaptaciones que permitieron facilitar el vuelo: estructura ósea muy ligera, músculos pectorales muy desarrollados, desaparición de dientes, mandíbulas substituidas por pico, acortamiento de la cola, incorporación de sacos aéreos para facilitar su refrigeración. Sin duda, todos estos elementos anatómicos posibilitaron el vuelo en estos fascinantes animales.

Proceso evolutivo y adaptación al vuelo

Los científicos han especulado sobre la evolución del vuelo en las aves. Se preguntaban cómo y por qué las aves desarrollaron alas de un par de extremidades frontales. Se han sugerido diferentes hipótesis. Aquí presentamos solo dos:

1. Las alas se desarrollaron a partir de un ancestro que saltaba en el aire para evitar a su depredador o para cazar su presa. Por lo tanto, las alas son brazos modificados

que ayudaban al animal a saltar más alto.

2. Las alas se desarrollaron en un ancestro que vivía en los árboles. Por lo tanto, las alas son brazos modificados que ayudaban al animal a colgarse de rama en rama.

Los científicos aún no saben cómo o por qué las alas y el vuelo se desarrollaron, pero continúan las investigaciones para obtener respuestas.

Además del estudio de fósiles, están estudiando los vertebrados vivos como los murciélagos que también desarrollaron adaptaciones para volar.

Resumen:

- Se cree que las aves evolucionaron de dinosaurios terópodos cerca de 150 millones de años atrás.
- Los ancestros de las aves podría ser similares al terópodo extinto *Deinonychus*, sus fósiles convencieron a la mayoría de los científicos que las aves evolucionaron de los dinosaurios.
- Los científicos aún no saben cómo ni por qué se desarrollaron las alas y el vuelo, pero continúan investigando para obtener



Deinonychus

De sangre fría a sangre caliente.

Evolución de la endotermia*
(*también llamado *homeotermo*, es un organismo que mantiene su cuerpo a una temperatura metabólicamente favorable), explicaría transición de los grandes dinosaurios a las aves modernas.

Un estudio publicado, determinó que la paulatina disminución de tamaño de estos grandes vertebrados pudo haber sido el vehículo para su evolución de animales de sangre fría a sangre caliente.

Si bien aún desconocido para muchos, es un hecho ya aceptado por la comunidad científica que todas las aves que vemos hoy descienden directamente de

un grupo de dinosaurios “los terópodos” que fue reduciendo paulatinamente su tamaño a lo largo de miles y millones de generaciones. Sin embargo, las razones del por qué, y el cómo, se produjo este cambio, son aún inciertas.

Investigadores buscan responder estas preguntas aplicando un modelo de transmisión de calor, comúnmente

usado para el estudio de aves y mamíferos modernos a este linaje de animales extintos hace millones de años. Sus conclusiones, de confirmarse, podrán dar luz sobre una de las transiciones evolutivas más enigmáticas de la historia.

El trabajo, sugiere que la disminución de tamaño observada en estos animales se explicaría por la transición que, por esa misma época, los llevó de la ectotermia a la endotermia.

Los organismos endotermos son aquellos capaces de regular y conservar su temperatura corporal interna con independencia de las condiciones del medio externo, a diferencia de los ectotermos (como insectos, reptiles o peces), que dependen de su entorno para mantener su temperatura constante. Por esta razón, la

actividad de un ectotermo está restringida por la temperatura; cuando hace frío, no se puede mover, o se puede mover muy poco, mientras que el endotermo si puede hacerlo pero a cambio de un altísimo gasto de energía.

El aumento y disminución de tamaño ocurre frecuentemente a lo largo del árbol evolutivo, en diversos clados* y especies (* *Un clado es una agrupación que contiene un antepasado común y todos los descendientes (vivos y extintos) de ese antepasado. Si utilizamos una filogenia, es fácil decir si un grupo de linajes es un clado. ... Un clado puede estar formado por muchos miles de especies o sólo por unas pocas*), pero la miniaturización observada fue excepcional y consistente por varios millones de años. Encontramos que la disminución de tamaño compensa los costos

energéticos de la evolución de la endotermia, “y trajo al mundo a las aves y a los mamíferos”.

La evolución separada de la endotermia en aves es considerada una de las transiciones más significativas en la evolución de los vertebrados. La pregunta, entonces, fue explicar por qué la selección natural pudo haber favorecido una estrategia que implica un costo de energía tan alto para el animal. Creemos que lo que pudo haber pasado, es que la disminución del tamaño en estos dinosaurios, que terminó en la aparición de las aves, fue el atajo energético que encontró la evolución para hacer esa transición con el menor costo posible”.



Características de las Aves actuales.

La definición de alguna de sus características.

- Las extremidades posteriores de las aves se han transformado en alas.
- Son capaces de recorrer grandes distancias lo que les permite elegir el mejor lugar para vivir y es por eso que las podemos encontrar en cualquier parte del mundo.
- Su Cuerpo es fusiforme (*es la forma que mejor reduce la resistencia del agua y del viento a los movimientos*) y su cuello es normalmente largo.
- No tienen dientes, pero en su lugar tienen pico.
- Las extremidades anteriores

están transformadas en fuertes alas.

- El cuerpo está cubierto por plumas y tiene escamas en las patas.
- Las plumas constan de un eje del que salen, a ambos lados y en forma paralela, las barbas, que son pequeñas plumas en miniatura.
- Las plumas que cubren y delimitan el cuerpo de las aves se llama coberturas. Las plumas actúan como aislantes térmicos e intervienen en el vuelo.
- Son capaces de producir y retener el calor para mantener constante la temperatura de su cuerpo independientemente del medio en el que se encuentren. Por eso se les denomina animales Endotérmicos.

(La Homeotermia es la capacidad de regular la temperatura corporal y las aves la tienen).

- Respiran a través de pulmones.
- Se reproducen mediante huevos amnióticos con cascara flexible o rígida, que deben ser incubados.
- Los huevos amnióticos son aquellos que proveen protección mecánica (*cascara*), pero que al mismo tiempo permite el paso de gases respiratorios y vapor de agua a través de ella.
- Las aves no mastican, pero poseen un buche* (**El buche es una dilatación del esófago, donde almacenan los alimentos antes de digerirlos, y una molleja, que es una parte especial del estómago que tritura el alimento con ayudas de piedrecitas que el ave traga con ese fin*).
- Su reproducción es sexual con fecundación interna. Son ovíparas.

En una primera clasificación muy general tenemos:



•Aves Corredoras: son aquellas que no pueden volar, con alas reducidas y no tienen quilla (*hueso en el esternón donde se unen las costillas*).

Por lo general tienen patas largas. A este grupo pertenece el avestruz.

•Aves de Vuelo: Aquellas que por su fisonomía pueden volar. Para poder volar tienen que tener ciertas características como que los músculos de las extremidades superiores, las alas en las aves deben de ser fuertes y a la vez flexibles, lo cual requiere que el esternón, hueso en el pecho donde se unen las costillas, sea en forma de quilla; y por eso también se les llaman Aves Carenadas.

Ahora veamos una clasificación más concreta de las aves. Primero veamos un esquema y luego explicamos todos los tipos de aves diferentes:

Las Rapaces

Este grupo de aves posee picos afilados y patas poderosas, provistas de grandes garras, con las que cazan activamente a sus presas. Algunas son de vida diurna como el águila, el halcón o el cernícalo, mientras que otras son nocturnas como el búho, la lechuza y el cárabo.

Los Pájaros

Son de pequeño tamaño, con unas patas delgadas y cortas, y suelen vivir en las zonas boscosas como es el caso del carbonero o el petirrojo o incluso en zonas urbanas como el estornino, el gorrión y el hornero.

Las Zancudas

Son aves esbeltas, con el pico y las patas alargadas, como por ejemplo la cigüeña, la garza, ibis y la grulla.

Las Corredoras

De gran tamaño, las aves corredoras han perdido la capacidad de volar, pero pueden correr velozmente gracias a sus potentes patas. Entre ellas podemos citar el avestruz, el ñandú o el casuario.

Las Anseriformes

Tienen el pico aplanado y los dedos de las palas unidos por membranas lo que les permite nadar sobre el agua. A este grupo pertenecen el pato, el ganso, la oca y el cisne.

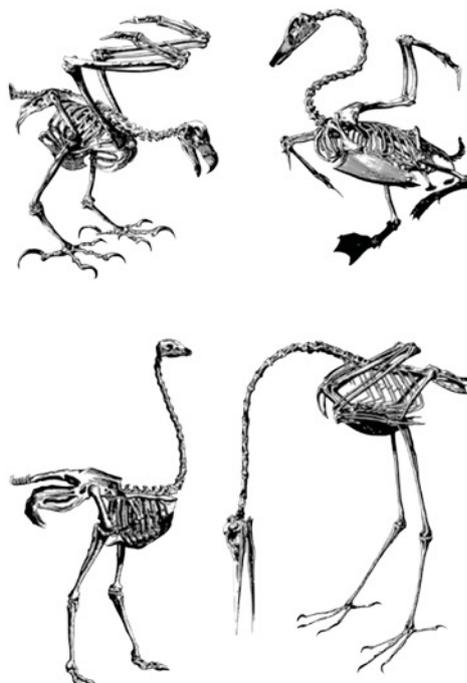
Las Esfenisciformes* (*Orden de aves incapaces de volar y adaptadas a la vida acuática (membranas interdigitales y alas convertidas en aletas sin plumas).

Son aves con las extremidades anteriores convertidas en aletas que utilizan para bucear en el agua, por lo que han perdido también la capacidad de volar.

El integrante más popular de este grupo es el pingüino. Como ejemplos tenemos pingüinos y los pájaros bobos.

Gallináceas

Tienen pico corto pero fuerte, y patas robustas. Sus alas son pequeñas y uñas preparadas para escarbar. Su alimentación consta principalmente de granos. En este tipo se incluyen la gallina, la codorniz, el faisán, etc.



Los esqueletos de las diversas especies de aves poseen características comunes, como los huesos largos y finos (algunos de los cuales están huecos), la estructura de las clavículas o la presencia de un hueso especializado en el pecho donde se anclan los músculos relacionados con el vuelo, llamado quilla.

Las Aves

Hasta hace poco, el origen de las aves constituía uno de los grandes misterios de la biología. Difieren visiblemente del resto de los organismos.

Plumas, huesos huecos, pies prensiles, esternón vigoroso y espolones son componentes de una combinación de caracteres esqueléticos que ningún otro animal vivo comparte, picos sin dientes. El pico es la única estructura que tienen las aves para procesar los alimentos. Evolutivamente los picos de las aves han acabado por adquirir formas que permiten a cada especie conseguir mejor su alimento o adaptarse a su entorno.

Pues bien, más difícil resulta incluso hacerse una idea de los mecanismos evolutivos del plumaje y el vuelo.

En el mundo animal, la clase de aves llega a resultar maravillosa, pues si nos adentramos un poco en su estudio la hallaremos tan sorprendente que raya en lo increíble, y estoy convencido de que son pocos los animales que en su conjunto llaman tanto la atención del hombre, quién empieza admirándose del dominio que tienen de un medio para él tan difícil y durante siglos tan intangible como es el aire en el cual se desenvuelven.

Las aves resultan notables, nos atraen y nos sorprenden por lo grande, enorme y variedad de

formas, colores, tamaños, medios de vida y costumbres que hayamos en el considerable número de aves distintas que existen, ya que son sobre 25.000 las especies y subespecies identificadas. Sólo los insectos aventajan esta cifra, pues entre los vertebrados más numerosos tenemos a los mamíferos con 15.000 especies y a la clase de los peces con 23.000 especies.

Ante esos miles y miles de aves diferentes, a veces por detalles sutiles, poco apreciables, podemos hacernos cargo de las dificultades que han encontrado los zoólogos para establecer una clasificación y una ordenación de ese mundo alado de las aves en: subclases, superórdenes, órdenes y familias.





Autor:

NICOLÁS SOSA GARCÍA.

Juez de postura del CJ/COE; Juez de Postura del CJ/FOCVA; Juez de postura OMJ/COM.

Presidente de la COMISIÓN TÉCNICA DE POSTURA - COE (2012/2016)



Bibliografía:

CHIAPPE LM; VARGAS A. Emplumando dinosaurios, la transición evolutiva de terópodos a aves.

PERRINS C. La gran enciclopedia de las aves. Editorial Diana (2006).

SANZ JL. "Historia evolutiva temprana de las aves".

RICQLES A. "Los animales a la conquista del cielo". Mundo científico (1999)

VARRICCHIO DJ, JACKSON F, BORKOWSKI JJ, HORNER JR. "Nido de huevo y las garras de dinosaurio

WILFORD JN. El enigma de los dinosaurios rba (edit.) 1993.

NATIONAL GEOGRAPHIC. Reportajes sobre la evolución de las especies

IMÁGENES: Adquiridas en internet de libres de adquisición y sin copyright. Así mismo, con la confirmación que en sus páginas no se menciona nada al respecto.

(2021)