

Evolucion

De Anfibios, Reptiles y Aves

Introducción

La evolución es un proceso de cambio con el transcurso del tiempo. A lo largo de la historia de la Tierra se encuentra gran cantidad de evidencias que indican que todos los organismos vivos surgieron, en el curso de esa historia, a partir de formas anteriores más primitivas. Es decir que todas las especies descienden de otras especies, en otras palabras, todos los seres vivos comparten antecesores comunes de un pasado lejano.

Este informe monográfico esta basado en la evolución específica de los anfibios, reptiles y aves.

Existen distintas teorías sobre el por qué los *crosopterigios* decidieron abandonar el agua y colonizar la tierra (aunque estos ya se encontraban casi en condiciones de hacerlo). Hubo dos hipótesis que fueron protagonizadas por Romer y Mc Farland que plantean dos formas distintas por las cuales los *crosopterigios* pasaron del agua a la tierra.

Las similitudes en dientes, vértebras y otros huesos indican que los anfibios más primitivos surgieron a partir de estos peces. El medio terrestre favoreció a la aparición de modificaciones estructurales. A partir de los anfibios evolucionaron los reptiles y estos acabaron con la dependencia de reproducirse en el agua y lograron una existencia completamente en el medio terrestre.

Los reptiles tuvieron una gran diversificación, y a partir e ellos aparecieron las formas bípedas, los dinosaurios y posteriormente las aves y mamíferos.

Desarrollo

Los *crosopterigios* (grupo de peces que evolucionaron a los anfibios) se encontraban adaptados para convertirse en una de las formas primitivas de vida terrestre, ya que poseían pulmones funcionales y dos pares de aletas musculares reforzadas por huesos, que podían utilizar para mover su cuerpo y aguantar su propio peso sin depender de la flotabilidad del agua.

Hoy en día no se conoce la razón exacta de porque estos organismos decidieron abandonar el agua y convertirse en los colonizadores de la tierra. Pero a partir de dos hipótesis podemos deducir sus razones para hacerlo.

Una de ellas fue formulada por Romer y es considerada la hipótesis clásica. Sugiere que cuando sus hábitat se secaron, algo muy común durante el Devónico, algunas variedades del *crosopterigio* ya se encontraban preadaptadas para sobrevivir sobre la tierra, por cortos periodos de tiempo, y comenzar la búsqueda de nuevos estanques. También decía que algunos habrían desarrollado la capacidad de permanecer fuera del agua durante una importante parte de su vida.

La otra hipótesis fue formulada por Mcfarnald, en la cual sugirió que los *crosopterigios* huyeron hacia la tierra escapando de los depredadores y de la competencia, ya sea por alimento, espacio o lugar de cría.

De una forma u otra, la transición de estos animales significó un hito importante para la vida terrestre. A partir de aquí la selección se encargó de generar la evolución de estas criaturas.

Anfibios Primitivos

Los paleontólogos concuerdan en que estos peces se encontraban emparentados con los *ripidistios*, y estos a su vez presentaban características en comunes con los primeros anfibios que aparecen en el registro fósil: los *ictiostégidos*.

A continuación se desarrollan las características en común.

Distribución en los huesos dérmicos de los cráneos es bastante similar.

Existe una homología presente en las aletas y anillos óseos, poseían huesos que las sostenían.

Estructura de los dientes de ambos grupos es similar. Poseen una cavidad pulpal de pliegues laberínticos.

El sistema sensorial de la línea lateral de los *ripidistios* es homologo a un patrón similar de canales sensoriales contenidos en el cráneo de los *ictiostégidos*.

Los *ictiostégidos* poseían una cola caudal con una aleta con radios que derivaron de una estructura parecida de peces.

La estructura de las vértebras de los *ictiostégidos* había sufrido pocos cambios respecto de la estructura de los *ripidistios*.

Los antiguos anfibios lograron desarrollar con éxito soluciones para algunos de sus problemas mecánicos como: la necesidad de evitar la compresión de los órganos internos debido a la presión transmitida por las extremidades anteriores, y también impedir el impacto de la locomoción terrestre se transmitiera a la caja craneal, dado que sus aletas pectorales estaban conectadas al cráneo.

La solución fue la creación de un puente colgante en el cual se unió al eje central la cintura pélvica y los anillos de sostén de los pectorales. Las consecuencias fueron:

- Se absorbía el impacto del desplazamiento terrestre.
- Se liberaba los órganos internos de la presión.
- Permitía que la cabeza girara y se alzara independientemente del cuerpo.

La selección favoreció una mayor rigidez esquelética, permitiendo un reforzamiento de los elementos vertebrales y aumentando el contacto entre vertebrales adyacentes.

Anfibios Laberintodontos

Las vértebras de los *ripidistios* estaban compuestas por un arco neural, un intercentro y cartílagos adyacentes. Al evolucionar el intercentro y el pleurocentro se conservaron pero aumentaron su grado de osificación en los anfibios *temnospóndilos*, de los cuales se distinguieron sus características como el tamaño y la posición de los huesos planos del cráneo; vivieron desde el Carbonífero hasta el Triásico y produjeron una diversidad de formas.

Los *estereospóndilos*, que evolucionaron de los *temnospóndilos*, poseían un intercentro que se había transformado en el principal elemento vertebral central.

A diferencia de los *temnospóndilos*, en los *antracosaurios* la estructura de las vértebras evolucionó en dirección opuesta: el pleurocentro tuvo un aumento progresivo de tamaño. Estos animales vivieron en el Carbonífero temprano y se extinguieron en el Pérmico.

Algunos *antrocosauros* importantes:

Seymouria animal terrestre de patas vigorosas. Considerado reptil hasta que se descubrieron larvas anfibias con branquias en algún miembro de su grupo.

Diadectes fue probablemente uno de los primeros tetrápodos herbívoros.

Anfibios Lepospóndilos

Se caracterizan por poseer vértebras muy parecidas a la de los anfibios modernos, en las que una única boya ósea cilíndrica rodea a la notocorda.

En el orden de los *microsaurios*, poseían proporciones corporales variables y estructuras vertebrales paralelas a las de los *antracosaurios*.

Existía una hipótesis que hablaba sobre la posible existencia de un antecesor de los reptiles en este grupo. Pero Carroll y otros expertos desplazaron esta hipótesis.

Los *aistópodos* carecían de extremidades y tenían el aspecto de una serpiente, aunque algunos ejemplares poseían extremidades muy pequeñas.

Los *nectridios* tenía proyecciones peculiares en forma de cuernos derivados de los huesos posteriores.

Los vacíos importantes del registro fósil muestran que muchas de las formas de transición entre estos grupos de anfibios no han sido descubiertas. Tampoco se han encontrado fósiles que llenen el hueco existente entre el primer anfibio y sus antecesores de aletas lobuladas.

Anfibios Modernos

Tiene en su ciclo de vida dos etapas, una en el agua y la otra en la tierra. Los anfibios respiran esencialmente por la piel (aunque algunos también poseen pulmones). Dado que el agua se evapora rápidamente a través de su piel, estos animales pueden morir por desecación en un ambiente seco. Por esto algunos sapos presentan una adaptación que les permite vivir en el desierto, ya que son capaces de sobrevivir largos periodos secos enterrándose muy debajo de la superficie de la tierra, aprovechando la humedad de la misma.

Aún se desconoce el origen de esto, pero se los clasifica dentro de la subclase *Lissamphibia*, y se los separa en tres órdenes:

- Ápodos: sin patas, cecílicos con apariencia de gusanos
- Anuros: ranas y sapos (carecen de cola cuando son adultos)
- Urodelos: tritones y salamandras (tienen cola durante todo su ciclo vital)

Dentro de las características de los *lissamphibia*, que los diferencia de los *temnospóndilos*, se encuentran:

Piel permeable glandular que permite un intercambio hídrico y gaseoso considerable.

Sus cráneos y esqueletos presentan una reducción del contenido en hueso.

Poseen dientes pedicelados que son únicos entre los anfibios. En estos dientes existe una zona de tejido fibroso que separa la base de la corona.

En comparación con los *temnospóndilos*, las manos de los anuros y urodelos poseen cuatro dedos en lugar de cinco.

Los anuros y urodelos poseen dos huesecillos auditivos en lugar de uno: el estribo y el opérculo.

Estos animales se encuentran tan diferenciados de los anfibios primitivos que no es fácil detectar su linaje.

- Según Carroll las ranas podrían haberse originado a partir de un grupo *temnospóndilo*, mientras que los urodelos y los cecílidos podrían haber surgido de forma independiente en grupos distintos de *microsaurios lepospóndilos*.
- Schmalhausen propuso que los anfibios evolucionaron en estanques y charcas montañosas. Las adaptaciones especiales para el salto que desarrollaron los anuros les permitió escapar de los depredadores, y significó una característica ventajosa que les permitió regresar a los trópicos.

Reptiles

La aparición de estos animales marco un hecho importante en la historia de la evolución ya que los reptiles lograron la liberación a los vertebrados terrestres de tener que reproducirse en un ambiente acuoso y permitieron que vivieran una existencia completamente en la tierra, ya que eran capaces de depositar sus huevos en gran variedad de ambientes terrestres.

En comparación con los anfibios, los reptiles poseen muchas cualidades novedosas, entre ellas: un ventrículo parcialmente separado, una epidermis con escamas para evitar la evaporación del agua corporal, conductos excretor y reproductor independientes, y un huevo protegido por cáscara.

La complejidad del huevo amniótico sugiere que la transición entre los anfibios y los reptiles no tuvo lugar más que una vez, y por lo tanto el grado evolutivo de los reptiles es monofilético. Así este huevo se convirtió en la característica evolutiva más importante de los reptiles, él cual esta constaba de:

Una cáscara compuesta por membranas.

Membrana vitelina que se continua con la pared digestiva.

Membrana adicional que se continua con la pared corporal del embrión y que se pliega para dar lugar a un corión externo y un amnios interno.

Cavidad amniótica que aísla al embrión evitando el contacto directo con la cáscara.

Saco alantoides que se prolonga a partir de la parte posterior del tubo digestivo del embrión y que recubre la superficie del corión.

Cavidad alantoidea donde se depositan los desechos nitrogenados en forma de precipitados insolubles.

Los más antiguos reptiles, o *clitilosaurios*, son los *captorrinomorfos*, que aparecieron en el periodo Carbonífero, eran animales pequeños y ligeros. Eran fundamentalmente insectívoros dentro de la cadena alimenticia. Según los paleontólogos estos reptiles evolucionaron a partir de una línea de pequeños anfibios *antracosaurios* parecidos a lagartos, siendo *Gephyroste* una de estas formas anfibias más próximas a la línea de reptiles.

Para cruzar el límite entre los anfibios y reptiles los paleontólogos se basaron en características esqueléticas tales como la estructura del paladar:

En los reptiles primitivos, el hueso pterigoide del cráneo comienza a mostrar un reborde transversal asociado con lo que se transformaría en el mayor músculo de cierre de las mandíbulas.

Se pierden los grandes dientes del paladar de los anfibios Laberintodontos.

Reducción de los huesos craneales postparietal, tabular y supratemporal.

Una mayor heterogeneidad de los dientes de los reptiles comparada con la uniformidad de los dientes de los anfibios.

También cabe señalar los cambios ocurridos en las proporciones y el grado de osificación de las cinturas pectorales y pélvicas de las extremidades.

La aparición de gran variedad de líneas de reptiles diferentes llevo a los expertos a un método de clasificación basado en las ventanas (aberturas de la región temporal del cráneo). A continuación se describen los más relevantes:

- Los más primitivos se clasifican dentro de la subclase Anáspida, al poseer un cráneo soldado y la los músculos temporales, utilizados para cerrar la mandíbula, van desde la superficie interior de la mandíbula inferior hasta la caja craneana, dentro de la cubierta ósea exterior del cráneo.
- Los agrupados en la subclase Synapsida presentan una sola abertura temporal y son los primeros en divergir de los Anápsinos primitivos e incluye reptiles parecidos a mamíferos.
- La subclase Diapsida esta definida por individuos de ventanas por encima y por debajo de una barra formada por la unión de los huesos escamoso y postorbital.

Según los registros fósiles los primeros reptiles aparecieron durante el Carbonífero, aunque algunos consideran que probablemente aparecieron durante el Misisípico tardío. Ya, en el comienzo del Pérmico los reptiles habían sufrido cambios evolutivos y es posible encontrar numerosas variaciones de reptiles. En el final del Pérmico y principios del Triásico se señala un sorprendente aumento de los reptiles parecidos a los mamíferos y una disminución de los anfibios.

A partir del Jurásico, los grupos más importantes de reptiles habían aparecido y las adaptaciones de los mismos permitió una amplia ocupación de los hábitats. En los ambientes acuáticos podían hallarse mesosaurios, con largas mandíbulas llenas de dientes. Entre las formas terrestres se encontraban los pelicosaurios más grandes como el *Dimetron*, un animal con espinas neurales extremadamente largas que aguantaban una vela dorsal, provista de vasos sanguíneos que era reguladora de la temperatura corporal. Este animal se encontraba próximo a la línea que dio origen a los terápsidos, los cuales, a su vez, dieron origen a los mamíferos.

Los vertebrados invadieron primero la tierra con los cuatro miembros bien distanciados a ambos lados; las tortugas han conservado este tipo de marcha.

Los *acrosaurios*, que se originaron de los captorrinomorfos, poseían una estructura de pie y tobillo única, que les facilitó la adopción de una postura erguida. En la evolución entre los acrosaurios primitivos hubo una tendencia progresiva al bipedalismo, con una liberación simultánea de las patas anteriores para otros propósitos; por ejemplo el vuelo.

Había tres grupos de acrosaurios: los terosaurios o reptiles voladores; los cocodrilos primitivos que mantuvieron la postura de cuatro patas y se transformaron en nuestros cocodrilos actuales y caimanes; y los dinosaurios.

Los dinosaurios

Popularmente: un grupo de 350 reptiles que aparecieron por primera vez a finales del periodo triásico medio o

a principios del triásico superior, hace unos 200 millones de años, pero en realidad esta compuesto por dos órdenes: los Saurischia (cadera de reptil) y los Ornithischia (cadera de ave), y como señalado anteriormente, se diferencian principalmente por la estructura de la pelvis: el primero muestra una estructura trirradiada, la que la pubis se extiende por delante y el isquion por la parte posterior; por su parte, el segundo posee una pelvis tetraradiada, con la pubis paralela al isquion.

Los primeros dinosaurios eran pequeños, de estructura liviana, bípedos (sostenidos sobre dos patas), carnívoros u omnívoros. Es probable que fueran más rápidos y ágiles que los posteriores, la mayoría de los cuales se extinguieron hacia el final del triásico, hace unos 208 millones de años. Durante los periodos siguientes, jurásico y cretácico, los dinosaurios evolucionaron hacia una gran variedad de tipos adaptativos, muchos de los cuales alcanzaron un tamaño colosal.

Dinosaurios ornitiskios

Los dinosaurios ornitiskios se distinguían por su cadera de ave y por la presencia de un hueso, el predentario, en el extremo de la mandíbula inferior. Todos eran herbívoros; el hueso predentario parece haber servido para recolectar la vegetación, como lo hacen los camellos y caballos. También conectaba las dos mitades de la mandíbula inferior, permitiendo la transmisión y amortiguación de la fuerza durante la masticación del animal. En los dinosaurios con pico de pato y ceratópsidos, las mandíbulas sostenían docenas de dientes dispuestos de forma apretada para formar un único conjunto biselado como superficie de masticación. Como en todos los demás vertebrados, excepto en los mamíferos, los dientes eran reemplazados a lo largo de la vida del animal; las raíces antiguas se reabsorbían y se desarrollaban coronas nuevas.

Dinosaurios sauriskios

Los sauriskios tenían el cuello largo y unas garras de gran tamaño en los primeros dedos de sus manos y pies. Los dedos cuarto y quinto de la mano se habían reducido o estaban ausentes (como en las aves, que sólo conservan los tres primeros dedos). Los saurópodos llegaron a alcanzar un gran tamaño; eran cuadrúpedos y desarrollaron algunas adaptaciones fisiológicas interesantes para alimentarse de la vegetación alta. Por ejemplo, en el *Diplodocus*, el cuello y la cola eran muy largos. Los arcos inferiores (hemales) de las vértebras de la cola, en el punto donde ésta les alcanzaba, tenían forma de canoa y no de lengua. Esto parece haber favorecido el uso de la cola como apoyo para las patas traseras en una postura trípode, cuando el animal se alimentaba de la vegetación de altura con las extremidades delanteras levantadas del suelo. En contraste, el *Brachiosaurus* tenía el cuello muy largo pero la cola corta, de modo que no era posible una postura trípode. Sin embargo, éste tenía las patas delanteras más largas que las traseras y esto, junto a su cuello largo, le capacitaba para alcanzar las plantas de porte elevado.

Cabe destacar la existencia de una hipótesis que decía que muchos de los saurópodos gigantes eran acuáticos debido a que solamente en este medio eran capaces de soportar su tremendo peso. Pero opuesta a ella existe otra que dice que eran animales primariamente terrestres, y se apoyan en el descubrimiento de contenidos estomacales compuesta por material arbóreo, que sirvió para reafirmar que los saurópodos eran herbívoros.

Los grandes terópodos carnívoros, tales como el *Tyrannosaurus*, tenían unas cabezas muy grandes con unas mandíbulas poderosas ocupadas por unos dientes doblemente aserrados que se curvaban hacia atrás. Sus patas delanteras se habían reducido, pero sus caderas y patas traseras eran enormes y el depredador no tenía más que atrapar a su presa entre sus mandíbulas y, estabilizando su cuerpo, desgarrar su carne. Los terópodos pequeños, como el *Deinonychus* deben haber sido cazadores más ágiles y persistentes. Estos perseguían a sus presas y, atacándolas en manada, las desgarraban con garras y dientes.

Se produjo un mano a mano evolutivo, en el que el aumento de tamaño de algunos terópodos fue paralelo al aumento de tamaño corporal por sus presas herbívoras, la protección de las presas pasaba por un aumento de su tamaño, cosa que presionaba a favor de un aumento de tamaño de sus depredadores. Este ciclo de selección

a favor del aumento de tamaño dio origen a los grandes carnívoros terópodos y a los grandes herbívoros ornitiskios e incluso los aún más grandes saurópodos como el *Apatosaurus*.

Se han dado docenas de explicaciones sobre la extinción de los dinosaurios, la mayoría fantásticas o al margen de la constatación con pruebas, pero todavía se desconoce con certeza el porque de la extinción de los dinosaurios, pero se cree que el incremento de la actividad climática fue la causa primaria. Entre las causas citadas para esta extinción se encuentran:

actividad volcánica.

epidérmicas.

cambios en la composición de las plantas.

niveles de dióxido de carbono elevados (efecto invernadero).

cambios en el nivel del mar o salinidad del océano.

elevada dosis de radiación ultravioleta.

nubes de polvo provocadas por la colisión de cometas o asteroides.

radiación ionizante de explosiones de supernovas o de otras fuentes.

También se desconoce dinosaurios que hayan sobrevivido al Cretáceo, y se estima que más de la mitad de las especies se extinguieron, durante un periodo relativamente pequeño desde la perspectiva geológica.

LAS AVES

Son esencialmente reptiles especializados para el vuelo. Sus patas poseen escamas que es un recuerdo de sus ascendencia reptiliana. Sus cuerpos contienen sacos aéreos y sus huesos son huecos. Las plumas son endotérmicas, generando calor por procesos metabólicos interno, que mantienen una temperatura corporal alta y constante

A pesar que en diferentes grupos de vertebrados aparecen formas capaces de desplazarse por el aire, las adaptaciones conocidas para mantenerse en vuelo ascendentes aparecieron de los reptiles (pterosaurios y aves) y de los mamíferos (murciélagos).

Los pterosaurios tenían una membrana de vuelo formada por un delgado pliegue de piel estirado entre el tronco y el cuarto dedo de cada mano. Anidaban cerca de grandes lagos y áreas costeras, quizás en árboles o acantilados de islas próximas a la costa. Cazaban peces que nadaban en la superficie del agua. Dado que estos animales no podían aprovechar ambientes diferentes para su regulación térmica se los considera endotérmicos, y según algunas evidencias habrían poseído escamas pilosas que podían haber actuado como aislante. Tampoco ellos sobrevivieron al Cretáceo, en lugar de ellos lo hicieron sus primos arcosaurianos, las aves, quienes se transformaron en los voladores más extendidos del Cenozoico.

Pese a que en el Triásico existían formas primitivas de pterosaurios, en el jurásico aparecen las aves. Sus características esqueléticas proporcionaron un buen número de homologías muy claras con los reptiles. Por esto se cree que entre los antecesores de las aves se encuentra un dinosaurio adicional, ya que el parecido entre el primer fósil de ave, el *Archaeopteryx*, y los dinosaurios es sorprendente.

Rhamphorhynchus es un pterosaurio que medía cerca de 60 cm, con un cráneo diápsido típico de los

arcosaurios y con una ventana preorbital adicional que colaboraba en hacer la cabeza ligera. La cola ranforrinciode era larga y poseía un alerón rudimentario de piel en la punta. Tenía huesos ligeros y huecos. Según Padian, el esternón y sus huesos auxiliares proporcionaban suficiente superficie para la unión de grandes músculos de vuelo; la membrana del ala no cubría las extremidades posteriores, y por lo tanto las patas quedaban libres para la locomoción bípeda.

Hacia el Jurásico tardío apareció otro grupo: los pteridactiloides, su cola había desaparecido parcialmente, tenía un elemento óseo especial que unía los huesos de los hombros con varias vértebras espinales, los dientes tendían a reducirse llevando a la aparición de un pico largo que carecía de estos.

Los primeros fósiles con plumas pertenecían al *Archaeopteryx*. Este se diferencia de los pájaros en que tenía dientes y en que las vértebras posteriores no estaban fusionadas. Éstas formaban una cola larga y parecida a la de un lagarto, pero tenía un par de plumas ribeteando cada hueso. Sus plumas primaria eran notablemente parecidas en la estructura de sus barbas a las plumas de aves voladoras modernas, mientras que las aves no voladoras presentan una estructura diferente de plumas.

Ostrom creía que las plumas evolucionaron como mecanismo de control de la pérdida de calor y también sugirió que estas, especialmente la de las extremidades anteriores, podían ser utilizadas para la captura de ciertas presas como los insectos. Otros paleontólogos argumentan que la evolución de alas en animales corredores había sido un retroceso, debido a que el movimiento de las alas hubiera interferido con la tracción del suelo necesaria para que las patas posteriores se afirmaran.

La evolución de aves se dio desde el Cretáceo hasta principios del Terciario. Las aves cretácicas poseen características tan modernas como la de un cerebro agrandado, la fusión de los huesos del cráneo y la reducción de las ventanas temporales; otras presentaban un aumento en el esternón, lo cual indica que se unían poderosos músculos de vuelo y había una fusión entre la pelvis y el sacro.

La mayoría de las especies de aves actuales, u otras muy parecidas, aparecieron durante el pleistoceno, y continuaron evolucionando. Otras sin embargo, desaparecieron por completo, posiblemente debido a las rigurosas fluctuaciones climáticas originadas por el avance y el retroceso de los grandes glaciares que dieron a la época del pleistoceno el nombre de periodos glaciales.

Conclusión

A partir del tema trabajado concluimos que gracias a la selección natural, que afectó a estos organismos, pudimos presenciar la macroevolución. La gran diversidad de vida, la increíble perfección con la que están dotados los organismos vivos para sobrevivir y multiplicarse, y la desconcertante complejidad de las estructuras vitales, sólo pueden ser obra de la selección. La evolución bajo esta influencia condujo a una mejora adaptativa, y se encontrara o no bajo esta influencia, llevó a la divergencia y a la diversidad. En un momento o en otro, muchos cientos de millones de especies diferentes han evolucionado a partir de un antecesor único, todas las formas que actualmente conocemos y aquellas que desaparecieron sin dejar descendencia o su impronta en los fósiles.

A través de la historia de los seres vivos se sucedieron dos conquistas importantes: el de los ambientes terrestres –alcanzado por los reptiles debido al desarrollo de una piel escamosa que evitaba la pérdida de agua corporal y el huevo amniótico que cortó con la dependencia de reproducirse en un medio acuoso– y el de los cielos realizados por las aves, que al desarrollar una estructura especial para disminuir el peso específico de sus cuerpos y la aparición de las plumas, se convirtieron en los dueños del aire.