

AVES



Melitta Meneghel
Facultad de Ciencias
Lab. Hist. Nat. de Vertebrados
Curso: Vertebrados 2021

CLASE AVES

ORIGEN Y EVOLUCIÓN

Varios grupos de Reptiles, particularmente dinosaurios, evolucionaron a una forma de locomoción **bípeda**. La prescindencia de los miembros anteriores para la locomoción permite que éstos se modifiquen y adapten a otro uso. Partiendo de esta premisa, las Aves debieron descender de un **ancestro bípedo**. Muchas semejanzas entre las Aves y los dinosaurios Terópodos apoyan esta afirmación. Así, las Aves comparten muchos caracteres con los Reptiles y las principales diferencias con este grupo se deben a las adaptaciones avianas al vuelo. Veamos los caracteres en común:

- Las patas y los dedos de las Aves están cubiertos por **escamas** y los dedos presentan uñas, ambas estructuras de conformación idéntica a la de los Reptiles, (recordemos que tanto escamas como uñas caracterizan a los Amniota). Ocasionalmente algunas especies de Aves presentan también uñas en los dedos vestigiales de las alas, similares a las de algunos dinosaurios.
- Tanto el cráneo de las Aves como el de los Reptiles se caracteriza por tener **un solo cóndilo occipital** (articulación del cráneo con la primera vértebra) y **apófisis uncinares** en las costillas.
- La Aves depositan huevos, de los que las crías eclosionan por medio de una **carúncula** (como los cocodrilos).
- Estómago musculoso, **molleja**, con revestimiento queratinoso (como en los cocodrilos).
- Aparato respiratorio con parabronquios y circulación unidireccional de aire (como en los cocodrilos).
- Piel casi desprovista de glándulas, en la mayoría de las Aves solo la **glándula uropigiana**.
- Finalmente, los **glóbulos rojos presentan núcleo y son ovalados** en ambos grupos y las proteínas sanguíneas de las Aves se asemejan más a las de los Reptiles que a las de las demás clases de vertebrados.

Entre los amniotas actuales, las Aves son los parientes más cercanos de los cocodrilos. Así, ambos grupos ponen huevos con cáscara y presentan varias similitudes.

Varias teorías explican la evolución de la capacidad de vuelo. En todos los casos, la presencia de plumas es previa y probablemente también lo es la homeotermia. Una sugiere que un grupo de Reptiles bípedos desarrolló el hábito de aletear al correr. La más ínfima elevación lograda por ese aleteo pudo ser una ventaja, permitiendo a estos organismos dar saltos cada vez más largos, consiguiendo finalmente establecer el vuelo. Otra teoría plantea la evolución de formas trepadoras que hayan desarrollado miembros anteriores especiales, como ayuda para saltar de rama en rama. Una vez

adquiridas las superficies de sustentación formadas por típicas plumas de vuelo, pudieron practicar el planeo. Una vez reforzada la musculatura pectoral, se habría alcanzado la capacidad de vuelo activo.

Los registros fósiles de las formas intermedias entre los Reptiles y las Aves son escasos. En el Sur de Alemania se encontraron doce especímenes intermedios. Este animal, *Archaeopteryx litographica*, vivió hace 150 millones de años, en el Jurásico Superior. Gran parte de su esqueleto ya es parecido al de las Aves actuales, aunque el cráneo mantenía algunos rasgos reptilianos y aún conservaba dientes en vez de tener pico. Tenía tamaño similar al de una paloma grande y sus rasgos eran prácticamente los de un Ave actual. Las plumas de la cola se encontraban dispuestas segmentariamente, un par por vértebra de su larga cola reptiliana. Recientemente se han encontrado otras formas avianas en China, también del Jurásico Tardío.

Las primeras Aves modernas datan del Cretácico, hace unos 120 millones de años. En la actualidad se conocen más de 9000 especies de Aves. Sus tamaños son muy variados, desde el avestruz, que pesa unos 150 kg, hasta un colibrí de 2,1 g.

DIAGNOSIS

- Amniotas.
- Homeotermos.
- Ovíparos; huevos incubados por los padres (en la mayoría de las especies), en nidos que ellos construyen.
- Cuerpo cubierto de plumas.
- Extremidades anteriores transformadas en alas, actitud bípeda.
- Un arco sistémico (aórtico) derecho (el izquierdo totalmente reducido).
- Cráneo diápsido; arco cigomático reducido; suturas craneanas fusionadas.
- Esqueleto bastante rígido debido a múltiples fusiones para reducir masa ósea.
- Las formas recientes presentan pico córneo (ranfoteca).

Otros caracteres típicos (que también pueden presentarse en otras clases de vertebrados):

- Huesos neumáticos.
- Procesos uncinares en las costillas.
- Vértebras caudales fusionadas en un pigostilo.
- Grandes hemisferios cerebrales y cerebelo grande.
- En el sistema reproductor femenino, la mitad derecha se encuentra reducida.

ESQUELETO

Durante la evolución de la capacidad de vuelo, uno de los problemas a resolver fue aliviar al máximo el cuerpo. El esqueleto típico de un Ave (Fig. 1) incluye muchas fusiones y simplificaciones. Los huesos son generalmente delgados, huecos y llenos de aire (neumáticos). Por ello el cráneo de las Aves ha sufrido una gran fusión secundaria para lograr la máxima resistencia con la mayor reducción posible de volumen óseo. Los huesos dentados, que en otros grupos son muy pesados, se han reemplazado por huesos delgados envueltos por un pico córneo (**ranfoteca**) muy liviano.

La parte superior de la boca incluye alargamiento del premaxilar, encerrado en la **rinoteca** y maxilares delgados; el dentario queda encerrado en la **gnatoteca** Igual que en los Reptiles, las Aves presentan cinética (quinesis) en su cráneo, particularmente **proquinesis**, que provee una “bisagra” por delante de los ojos. Además, algunas especies presentan la capacidad de desplazar lateralmente la articulación cuadrado-articular (que une la mandíbula al cráneo) y así abrir mucho la boca. Las Aves, como los Reptiles, suelen tragar sus alimentos enteros, por los que esta característica es muy ventajosa. La incapacidad de usar las manos en la captura y manejo de los alimentos deja así de presentar un problema.

Debido a que el sentido del olfato en las Aves se encuentra muy reducido, el sentido de la vista se ha vuelto más desarrollado. Los ojos aumentan mucho de tamaño; son tan grandes, que prácticamente se juntan en la línea media del cráneo, desplazando al cerebro hacia atrás.

Las Aves pueden mover libremente la cabeza de forma de equilibrarse fácilmente tanto en vuelo como en tierra. El cráneo articula con la columna por medio de **un solo cóndilo**, ubicado por debajo del cráneo. En los Mamíferos la articulación es por medio de dos cóndilos, lo que no permite movimientos tan amplios de la cabeza como en el caso de las Aves, que pueden llegar a girarla más de 300°.

El **hioides** (soporte de la lengua) de las Aves modernas se encuentra modificado en diferentes formas, de acuerdo a los hábitos alimentarios: en los pájaros carpinteros (Piciformes) y en los colibríes (Apodiformes) los dos cuernos del hioides, cartilagosos, son muy largos y se curvan hacia adelante sobre el dorso del cráneo, permitiendo así que la lengua se extienda varios centímetros más fuera de la boca para la captura del alimento.

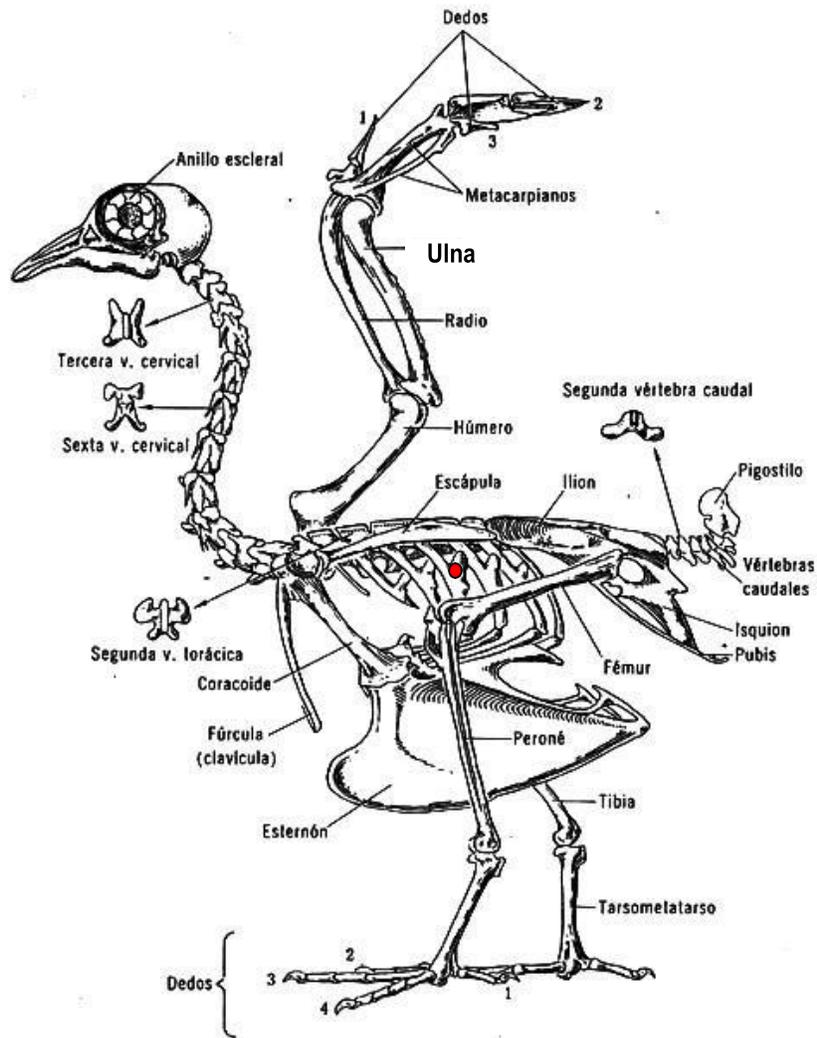


Figura 1 - Esqueleto típico de ave (paloma)

La columna vertebral está muy modificada. Las **vértebras cervicales** presentan **articulaciones heterocélicas** (con los extremos en forma de silla de montar), lo que brinda mayor agilidad y movimiento. En las garzas, una articulación particular les permite formar un ángulo pronunciado en el medio del cuello para poder moverse con rapidez en la captura de peces. El número de vértebras cervicales es variable entre once (en los loros) hasta veinticinco (en los cisnes).

Las primeras **vértebras torácicas** pueden estar fusionadas, formando el denominado **hueso dorsal**. Le sigue una vértebra torácica libre y las restantes torácicas, junto con **vértebras lumbares, sacras** y las primeras **caudales** se encuentran fusionadas a la **cintura pélvica**, formando parte de una estructura inmóvil, el **sinsacro**. De las restantes vértebras caudales, unas cuantas son libres y las distales se fusionan en el **pigostilo**, que es la estructura donde se insertan las plumas caudales (rectrices).

La **cintura pectoral** también está modificada. Se compone de **coracoides, escápula** (en forma de sable) y clavícula. Ambas clavículas se fusionan formando la **fúrcula**.

Cada costilla presenta una **apófisis uncinar** ósea, dirigida hacia atrás y que se apoya sobre la siguiente costilla (Fig. 1, punto rojo). Esta característica, compartida con algunos Reptiles, le da rigidez adicional al tórax, importante para el vuelo. El **esternón**, con una superficie muy desarrollada, presenta una **quilla**, especialmente grande en las Aves muy voladoras. En la quilla se inserta la musculatura pectoral (músculos de vuelo). En general, las Aves que no vuelan no presentan quilla, p. ej. el ñandú. Los pingüinos son una excepción a la regla, presentando una gran quilla pues “vuelan” bajo el agua.

Los huesos de las extremidades se encuentran también muy modificados, especialmente los de los miembros anteriores, que se transformaron en las **alas**. El carpo se reduce a dos huesos y solo persisten tres primeros dedos, el pulgar formando el **álula**. En los miembros posteriores, la **fíbula** está reducida a una pequeña “astilla” articulada a la tibia. La **tibia** y los huesos **tarsales** proximales se encuentran fusionados formando el **tibio-tarso**, mientras que los huesos **tarsales** distales y los **metatarsales** se fusionan formando el **tarso-metatarso**. El número de dedos varía entre 2 y 4 en cada pata (las Aves pierden el 5° dedo), variando la orientación de los dedos según las diferentes adaptaciones de las especies.

Muchos de los huesos del esqueleto son huecos, con cavidades llenas de aire, que son continuación de los **sacos aéreos internos**. Esta adaptación de los huesos a la forma de tubo, les proporciona mayor resistencia (un tubo es más resistente que una varilla del mismo material y peso), aumentada por la presencia de refuerzos óseos internos (**trabéculas**). Estas cavidades son una forma muy exitosa para reducir peso y aumentar la resistencia. A modo de ejemplo, el esqueleto de una rata representa el 5,6% del peso total del cuerpo, mientras que en una paloma, representa sólo el 4,4% de su peso.

Para aumentar la adaptación al vuelo, las proporciones del esqueleto también se modifican: si el peso es soportado por las alas, el centro de gravedad deberá encontrarse cerca de su nivel. La cola pesada y larga de los Reptiles desaparece y la parte posterior del cuerpo reduce su masa.

SISTEMA MUSCULAR

Como consecuencia de la fusión de casi todas las vértebras torácicas y lumbares, los músculos dorsales son menos necesarios y sufren gran reducción. El vuelo, como medio principal de locomoción requiere un gran desarrollo de los músculos ventrales. Las Aves que han perdido secundariamente la capacidad de vuelo extenso (p. ej. pavos, gallinas), aún conservan los músculos pectorales, que debido al poco ejercicio son tiernos y suaves y no presentan gran suministro de sangre ni almacenamiento de mioglobina (hemoglobina muscular), propios de los músculos pectorales potentes adaptados al vuelo (p. ej. patos).

PIEL

La piel de las Aves, como la de otros vertebrados, se encuentra formada por una **dermis** y una **epidermis** y generalmente es muy delgada. Las Aves no presentan glándulas en su piel, con excepción de la **glándula uropigiana**, que se encuentra en casi todas las especies de Aves. Esta glándula se encuentra sobre el pigostilo. Produce ceras y aceites que son aplicados a las plumas para su limpieza e impermeabilización. En las Aves acuáticas se encuentra especialmente desarrollada. Las especies que no presentan esta glándula son por ejemplo avestruces, casuares, cotorras, avutardas, palomas, aningas, biguáes y pelícanos.

Los músculos lisos asociados con las plumas (m. erectores), permiten que éstas se ericen para termoregular o para despliegues. En algunas especies, las áreas coloreadas o de piel desnuda juegan un papel importante en el cortejo. Varias especies tienen la cabeza y el cuello desnudos (sin plumas ni escamas). Las patas se encuentran casi siempre recubiertas por escamas de tipo reptiliano. Las garras, como en los Reptiles, son escamas modificadas. Se renuevan por crecimiento basal continuo.

PLUMAS

Las plumas evolucionaron a partir de las escamas. No se conocen las estructuras de transición. La pluma fósil más antigua es idéntica a la que presentan las Aves modernas. A lo largo de la historia evolutiva de las Aves surgieron diferentes tipos de plumas, adaptadas a diferentes funciones.

Se encuentran distribuidas sobre el cuerpo en **pterilas**, distribuidas entre zonas desnudas (**apterias**). En algunas familias (Anhimidae, Spheniscidae), el cuerpo se encuentra totalmente cubierto por plumas.

Se reconocen los siguientes tipos de pluma (Fig. 3):

- **Pennas o plumas de contorno (plumas de cobertura):** determinan la forma general del Ave, cubriendo el cuerpo y la mayor parte de las alas. Están conformadas por un eje central, compuesto por un **cálamo** desnudo en uno de sus extremos (el que se inserta en la piel) y el **raquis** (porción expuesta), que sostiene las barbas de la pluma. El cálamo es redondeado en su sección transversal, mientras que el raquis es aplanado y acanalado a lo largo de su superficie inferior. El **vexilo o bandera** está compuesto por **barbas** paralelas que se extienden a partir del raquis a cada lado. Cada barba presenta **bárbulas** paralelas que se extienden

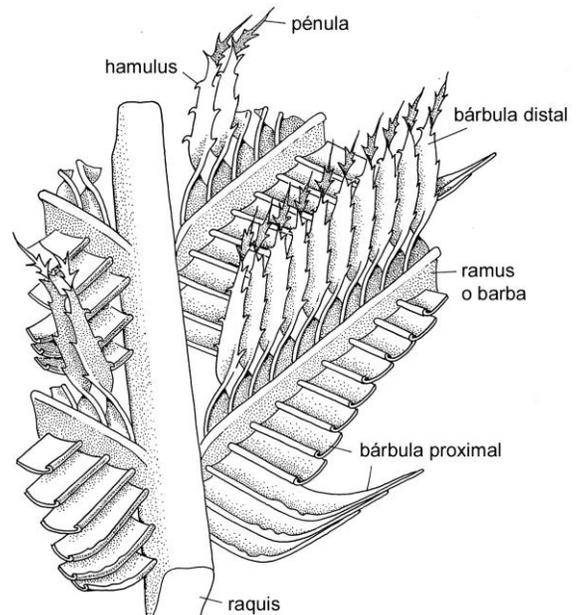


Figura 2 - Detalles de la estructura de una pluma con barbas

a cada uno de sus lados (Fig. 2). Estas estructuras presentan pequeños ganchos en sus superficies inferiores, los hamuli (singular: hamulus), mientras que las bárbulas del otro lado de cada barba tienen bordes redondeados en su superficie superior. Los ganchos de una serie se ajustan a los bordes de la otra serie, con los que se cruzan en ángulo recto. Una sola pluma tiene por lo general varios cientos de barbas y cada barba puede tener varios cientos de bárbulas a cada lado. El Ave puede reajustar la bárbulas donde hayan sido separadas con su pico.

Las plumas de vuelo son generalmente asimétricas y muy resistentes. Las **remeras** (o **remiges**) se encuentran ubicadas en las alas, mientras que las **timoneras** (o **rectrices**) se encuentran en la cola. Las plumas que cubren el cuerpo son en general simétricas.

- **Plumón:** se encuentra formado por estructuras más cortas, generalmente escondidas debajo de las plumas con barbas. Usualmente no presentan raquis y las bárbulas carecen de ganchos. La principal función de estas plumas es aislante.

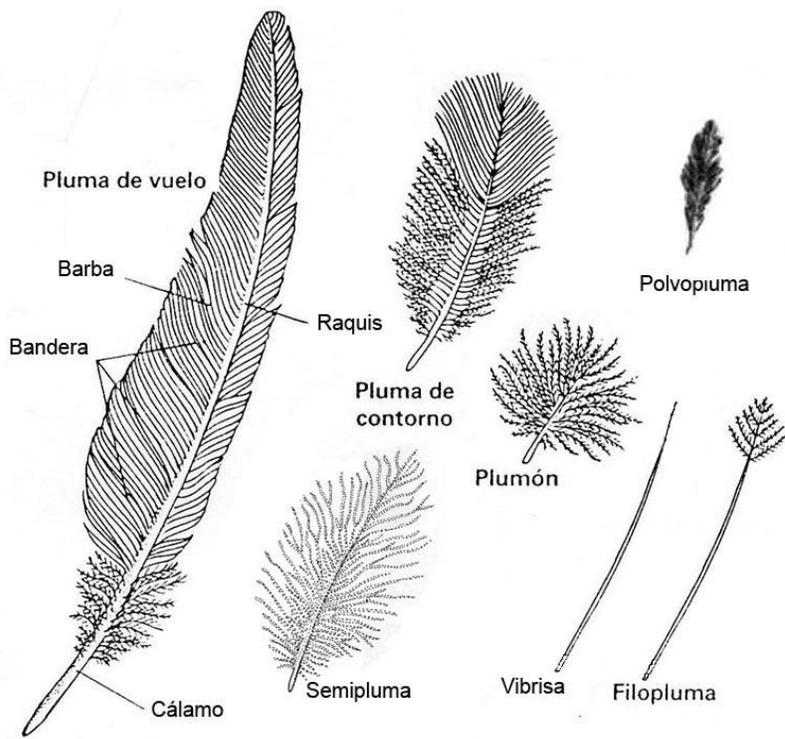


Figura 3 – Tipos de plumas en las Aves

- **Semiplumas:** son estructuras intermedias entre las plumas con barba y el plumón. El arreglo de sus partes es semejante al que presentan las plumas de contorno, pero las bárbulas carecen de ganchos. Comúnmente se encuentran a los lados y en la superficie ventral del cuerpo. Al igual que las que cubren la superficie del cuerpo, pueden presentar una estructura denominada **hiporaquis**, que es un plumón pequeño adherido a la pluma principal en el límite entre el cálamo y el raquis.
- **Vibrisas:** son plumas modificadas, parecidas a “pelos”, largas y duras, constituidas solo por el raquis, que se encuentran rodeando la boca. Cumplen función sensorial y contribuyen a la captura de insectos (p. ej. en dormilones, golondrinas).

- **Filoplumas:** son estructuras semejantes a las vibrisas, pero con unas pocas barbas en el extremo. Se presentan en círculos alrededor de la base de las plumas que cubren cabeza, cuello y dorso. Su función es sensorial para mantener el plumaje ordenado y liso, cuidando la aerodinamia.
- **Polvoplumas:** se encuentran en general en las Aves que carecen de glándula uropigial. Estas estructuras no se mudan como otras, tienen crecimiento continuo en su base y se desintegran continuamente en su extremo distal, formando un polvo parecido al talco. Este polvo se utiliza como impermeabilizante, reemplazando la función de las secreciones oleosas de la glándula uropigiana. Se encuentran generalmente en la garzas, más difusamente en loros y halcones.

El desarrollo de una pluma comienza con una pequeña papila o engrosamiento epitelial que posteriormente se invagina para formar el **folículo plumoso**. La capa más interna de las células epidérmicas que se encuentran dentro del folículo, se diferencia para formar la pluma misma y un núcleo de células dérmicas nutricionales crece hacia afuera para mantener el crecimiento. La capa epidérmica que reviste el folículo desarrolla una serie de surcos longitudinales y crestas, que emigran hacia uno de los lados del folículo, donde crece el raquis, llevando las crestas (ahora barbas) al exterior, sobre ambos lados para formar la pluma con barbas (Figs. 4).

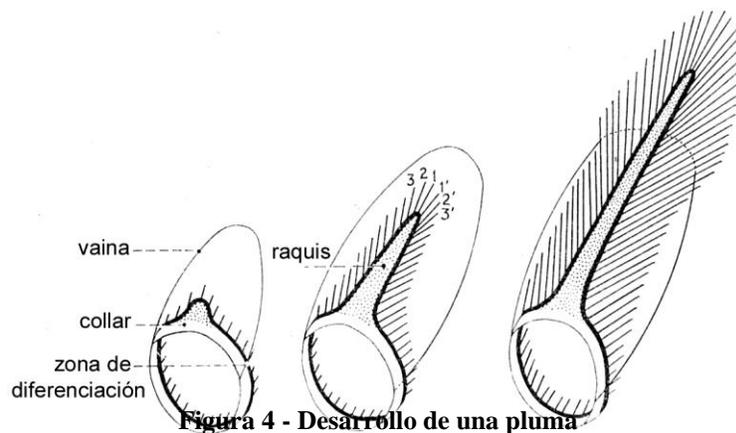


Figura 4 - Desarrollo de una pluma

Las plumas con barbas sirven para proporcionar un perfil aerodinámico a las Aves, aíslan la superficie corporal y forman en gran parte la superficie de sustentación para el vuelo. En algunas especies, las plumas de las alas o la cola producen sonidos al dejar pasar aire a través de ellas o por golpeteo entre sí, como parte del cortejo nupcial. Contrariamente, los búhos y las lechuzas presentan los

extremos de ambos vexilos de las remiges con las barbas “desfleadas”: las bárbulas están prolongadas y no unidas entre sí, para silenciar sus movimientos durante el aleteo. Este grupo de Aves nocturnas utiliza esta adaptación para atacar silenciosamente a roedores y otras presas.

La función inicial y principal de las plumas es la de conservar el calor corporal. Debido a que en casi todas las Aves el área de superficie del cuerpo es grande y el volumen pequeño y a que mantienen una temperatura corporal relativamente elevada (cerca de los 41°C), la conservación del calor es una función sumamente importante. Las plumas también aumentan la capacidad de flotar en el agua, aumentando el volumen sin aumentar significativamente el peso del individuo. Como ejemplo, la gravedad específica de un pato es de 0,6 con sus plumas intactas, cuando se despluma, es de 0,9, tan elevada como en otros organismos.

Las Aves mudan y reemplazan las plumas periódicamente. Usualmente la muda es un proceso gradual, de manera que constantemente haya suficientes plumas para permitir el vuelo. Sin embargo, en algunas especies, la muda se produce de forma total, y estas Aves quedan imposibilitadas de volar por un corto período.

Al eclosionar, los pichones pueden estar cubiertos de plumón o pueden nacer desnudos y que el plumón crezca posteriormente. Este **plumón** es reemplazado por el **plumaje juvenil**. Las mudas y reemplazos sucesivos producen en alternancia el **primer plumaje de invierno**, el **primer plumaje nupcial**, el segundo plumaje de invierno, etc. Las Aves que no maduran sexualmente en su primer año de vida, adquieren nuevamente el plumaje juvenil en la época reproductiva hasta que se desarrollan. En muchos casos, las Aves exhiben llamativos plumajes coloridos, especialmente los machos. Los colores del plumaje se deben a pigmentos que son depositados durante la producción de las plumas. El amarillo oscuro y algunos pardos son producto del depósito de **melanina**, el amarillo, anaranjado, ciertos rojos y el violeta son producto de **lipocromos** (carotenoides relacionados con la vitamina A), otros rojos, pardos y verdes son **pirroles** (parte de la molécula de hemoglobina). En algunos casos los pigmentos son colores indicadores; cambian de color con ligeros cambios de pH. Además, algunos colores de las Aves, especialmente los azules se deben a la refracción y a la reflexión de la luz en los materiales que forman las plumas.

APARATO DIGESTIVO

Algunas Aves (aquellas que se alimentan de alimentos secos), tienen en la boca glándulas mucosas que sirven para lubricar los alimentos. En la boca de otras especies, las **glándulas salivales** a veces se encuentran adaptadas para intervenir en procesos no relacionados con la digestión. Las golondrinas y los vencejos, p.ej., usan la saliva como cemento para unir los materiales con los que construyen sus nidos. Las Aves acuáticas, por lo general, no presentan glándulas bucales. En la Figura 5 se observa el aparato digestivo típico de un Ave.

El **esófago**, es un tubo muscular, cuya función principal, igual que en los Reptiles, es de almacenar la comida que luego será procesada en el estómago. Por lo común, el esófago presenta glándulas mucosas y con frecuencia tiene un ensanchamiento llamado **buche**, lo que permite levantar mucho alimento rápidamente, acortando el tiempo de exposición ante predadores. En palomas, flamencos y gaviotas, el buche en ambos sexos y en machos de pingüinos emperadores, produce un líquido muy nutritivo (leche de buche), que es utilizado para alimentar a los pichones. Esta leche es producida por células que se encuentran en el epitelio escamoso de la pared del buche. Este líquido tiene una composición similar a la leche de Mamíferos.

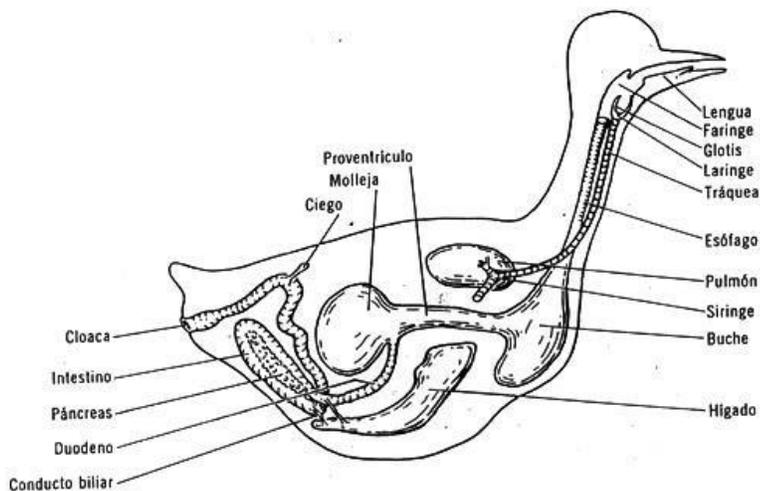


Figura 5 - Aparato digestivo de un Ave típica

Todas las Aves tienen el **estómago** dividido en dos porciones, cuya importancia y desarrollo varían según la alimentación. La porción anterior, el **proventrículo**, segrega enzimas digestivas. La porción posterior, la **molleja**, más desarrollada en las Aves que ingieren alimentos duros (granos, moluscos, crustáceos), tiene una pared muscular muy desarrollada y está revestida interiormente de una capa gruesa de tejido conjuntivo, tapizado de queratina; es muy similar a la molleja de los cocodrilos. Las lechuzas tragan sus presas enteras y almacenan en la molleja toda estructura que no pueden digerir (pelos,

huesos, plumas). Estos desechos son acumulados en bolos que luego son regurgitados: **egagrópilas** o **bolos de regurgitación**.

El **intestino**, no aparenta división en delgado y grueso, sin embargo el límite entre ambos está indicado por un par de **ciegos**, cuya función principal es la reabsorción de agua. El contenido fecal de los ciegos es más oscuro y su excreción no se produce al mismo tiempo que las heces intestinales. Una de cada diez excreciones es de origen cecal. El intestino desemboca en el **coprodeo** de la **cloaca**. Al igual que en los Reptiles, la cloaca incluye otras dos cámaras, el **urodeo** (de posición dorsal, salida de los productos urogenitales) y el **proctodeo**, que comunica al exterior.

APARATO RESPIRATORIO

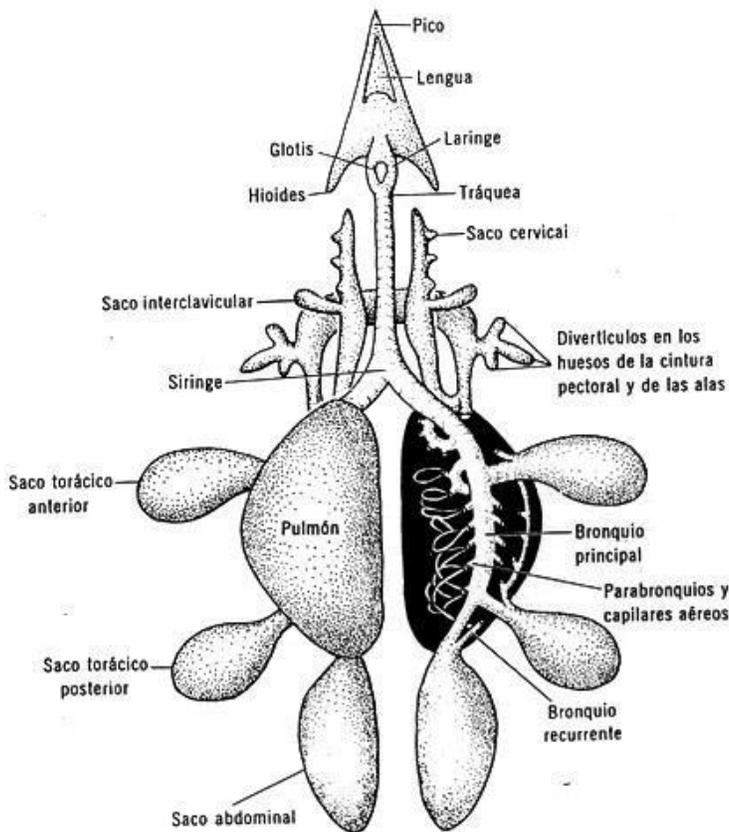


Figura 6 - Aparato respiratorio y sacos aéreos de un Ave.

Las Aves tienen **sacos aéreos** internos, que comunican con las cavidades pulmonares.

Los pulmones de los vertebrados típicos son conductos abiertos en uno de sus extremos terminando en bolsas ciegas, conectadas con la atmósfera exterior a través de la tráquea y los demás conductos respiratorios. Aún cuando los pulmones hayan sido vaciados tanto como sea posible por medio de una expiración forzada, parte del aire ya rico en CO_2 permanece los conductos y pulmones. El aire puro aspirado del exterior se mezcla con el que se encuentra en estos "espacios muertos". Es evidente la insuficiencia de un sistema como éste, sin embargo, ya hemos visto que los cocodrilos han logrado un cambio evolutivo que les permite lograr intercambio gaseoso en corriente cruzada, en que el aire circula unidireccionalmente, lo que

logra desplazamiento total de los gases. Las Aves han perfeccionado este mecanismo respiratorio con la

adquisición de **sacos aéreos** (conectados con los huesos neumáticos), que además de participar en la respiración, ayudan a alivianar su cuerpo (Fig. 6). El secreto del más perfecto intercambio gaseoso que logran las Aves radica en que manejan dos cargas de aire simultáneamente. Los pulmones tienen una red de conductos bronquiales. Al inspirar, el aire pasa por los **mesobronquios** a los **sacos postorácicos y abdominales** y al **pulmón parabronquial** (red de tubos menores). Simultáneamente el aire inspirado previamente sale de los **parabronquios** y va al **saco clavicular** y a los **torácicos anteriores**. Durante la expiración del aire de los sacos anteriores hacia afuera, la carga de aire recién tomada va de los sacos posteriores hacia los anteriores, pasando por los **parabronquios**. Los parabronquios tienen pequeños túbulos, cuyas paredes están perforadas por cientos de minúsculos **capilares aéreos**. En estos capilares es donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso con la sangre.

Los nueve sacos aéreos asociados con los pulmones son:

- un saco aéreo impar **interclavicular**, anterior, que envía divertículos al esternón hueco y a los huesos de la cintura pectoral y hacia el húmero de cada ala,
- un par de sacos **cervicales**, en relación con sacos aéreos de las vértebras cervicales,
- un par de sacos aéreos **pretorácicos**, situados anteriormente,
- un par de sacos aéreos **postorácicos**, situados posteriormente,
- un par de grandes sacos aéreos **abdominales**, con divertículos que comunican con el núcleo hueco de los huesos sacro, pélvico y de las patas.

Las Aves no tienen diafragma muscular, las inspiraciones se producen por dilatación de la caja torácica. Los anillos de la tráquea están osificados. En la región en que la tráquea se bifurca para formar los dos bronquios, estos anillos están ensanchados y fusionados para formar una caja ósea, la **siringe**. La forma y tamaño exactos de la siringe y la presencia en su interior de una membrana vibratoria (**pessulus**) y de los músculos que la regulan, varía muchísimo en las Aves. La complejidad de la siringe está relacionada directamente con la complejidad del canto. Algunas Aves (buitres, avestruces y algunas cigüeñas) carecen de siringe.

APARATO CIRCULATORIO

Entre los vertebrados, sólo las Aves y los Mamíferos tienen un elevado nivel metabólico. Necesitan por lo tanto una circulación sanguínea, respiración y digestión muy eficientes. El **corazón** tiene cuatro cavidades y la circulación pulmonar está separada por completo de la circulación general, como en

todos los Amniota. El tipo de circulación de las Aves es bastante parecido al de los Mamíferos, con la diferencia que el arco sistémico derecho de los Reptiles persiste en las Aves, mientras que los Mamíferos retienen el arco izquierdo.

Los **riñones** están irrigados por los **vasos porta renales**, tal como en los vertebrados primitivos (en los Mamíferos, estos órganos sólo reciben sangre de las arterias renales). El **sistema linfático** presenta un desarrollo moderado.

El **corazón** de un Ave es proporcionalmente más fuerte y grande que el de un Mamífero. Por lo general, un Ave pequeña tiene relativamente un corazón más grande que un Ave grande y la presión sanguínea varía inversamente con el tamaño del Ave y es más elevada que la presión de los Mamíferos.

En la sangre de las Aves, igual que en los Reptiles, hay **glóbulos rojos nucleados y ovalados**, **trombocitos** que son células enteras (en los Mamíferos son fracciones) y diversos **leucocitos**. Los eritrocitos tienen un contenido de hemoglobina menor que los de los Mamíferos, aunque la hemoglobina de las Aves es más eficiente en el transporte de oxígeno.

SISTEMA NERVIOSO

El **cerebro** de un Ave típica es mucho más grande que el de un Reptil de un tamaño aproximadamente igual, pues es necesario un cerebro eficiente para la integración de estímulos y el control de la homeotermia y el vuelo.

En los Reptiles, los centros cerebrales más importantes se encuentran en la región del **mesencéfalo** (el **tectum** y los **ganglios basales** del piso cerebral) y el **tálamo** del **diencéfalo**; el **pallium** o corteza cerebral es un sitio secundario de integración. En las Aves, los **ganglios basales** se han desarrollado y realizan las funciones nerviosas más importantes y el **pallium** está mucho más desarrollado y vertido sobre el tallo cerebral, cubriéndolo casi por completo.

ORGANOS SENSORIALES

El sentido del **olfato** es rudimentario en muchas Aves. Sin embargo, muchas especies presentan turbinas con cornetes muy desarrollados, que alojan extenso epitelio olfativo (kiwi, palomas, etc.).

El sentido del **gusto** también está muy poco desarrollado en las Aves. Por lo general presentan papilas gustativas en la lengua y en el paladar.

El **oído externo** carece de pabellón, el **oído medio** es como el de los Reptiles. Las vibraciones son transmitidas por la **columela** desde la **membrana timpánica**, a través de la **ventana oval** al oído interno. El **oído interno** es igual al de un cocodrilo, con una **lagena** muy prolongada, pero no espiralada en cóclea (o caracol) como la de los Mamíferos.

En las Aves el sentido primordial es la **visión**. Los **ojos** de las Aves son los órganos sensoriales que han adquirido mayor desarrollo: proporcionalmente al tamaño del cuerpo, sus ojos son mucho más grandes que los de los Mamíferos. En cuanto a la estructura, se asemeja a la de los Mamíferos. Al igual que en los lacertilios (Reptiles, Squamata), el ojo de las Aves está equipado con una estructura vascular, pigmentada, que se extiende desde cerca del nervio óptico hasta el cuerpo vítreo y cuya función es de proporcionar nutrición al ojo, el **pecten**. El ojo está cubierto por los párpados, pero éstos se cierran sólo para dormir. La **membrana nictitante**, generalmente trasparente, sirve para limpiar y humedecer la superficie del ojo, función realizada por el parpadeo en los Mamíferos. Los avestruces, loros y lechuzas cierran el párpado superior como lo hacen los Mamíferos, el resto cierra el párpado inferior.

APARATO UROGENITAL

Los **riñones** (Fig. 7) de las Aves son proporcionalmente como los de los Reptiles. Los desechos nitrogenados son excretados principalmente en forma de ácido úrico (sólido) y son conducidos por los uréteres al **urodeo** de la cloaca. Ya que la excreta es sólida y la retención de agua es muy eficiente, no se necesita una vejiga urinaria y se evita peso extra.

En el macho, los **testículos**, ovales y pequeños se encuentran cerca del extremo anterior de los riñones a ambos lados (Fig. 7). El testículo derecho es algo menor. En algunas Aves primitivas, la cloaca está dotada de un **pene** eréctil (patos, avestruces), pero la mayoría de las especies carece de este órgano; el esperma es pasado a la hembra apoyando las aberturas cloacales algo evertidas. Los testículos se agrandan durante el período de apareamiento. Así también se evita una sobrecarga de peso fuera de la época reproductiva.

En la hembra, solo se desarrollan el **ovario** y el oviducto izquierdos (Fig. 7). Algunas Aves rapaces presentan ambos ovarios, pero sólo el izquierdo en funcional. El ovario también se agranda mucho durante la época de apareamiento, reduciéndose durante el período no reproductivo. El **oviducto** consta de cinco regiones: i) una **abertura infundibular** con forma de embudo que recibe al óvulo. Una vez que el óvulo entra en el oviducto, es fecundado. ii) el **magnum** secreta albúmina que recubre el huevo. iii) el **istmo** produce y deposita la membrana de la cáscara alrededor de la albúmina. iv) el **útero** produce la cáscara y los pigmentos que correspondan a la especie. v) el **proctodeo** contiene glándulas mucosas y las paredes musculares necesarias para expulsar el huevo durante la puesta. Las Aves producen y oviponen un huevo por día para no aumentar el peso de la hembra.

Todos los espermatozoides son iguales, pero los óvulos son de dos tipos con respecto a los cromosomas sexuales. De manera que el sexo de las crías depende del óvulo, mientras que en los Mamíferos depende del espermatozoide. Las características sexuales

secundarias de ambos sexos están bajo el control de hormonas producidas por las gónadas.

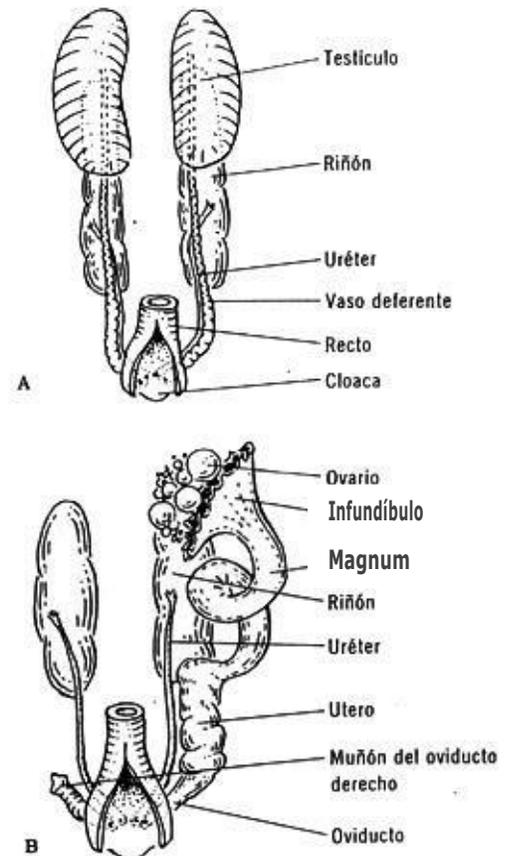


Figura 7 – Aparato urogenital masculino (arriba) y femenino (abajo) de un Ave.

ESTRUCTURAS DE RECONOCIMIENTO EN LAS AVES:

ALAS

- Alas largas y estrechas que terminan en punta, se encuentran en Aves migratorias que realizan grandes desplazamientos, p. ej. gaviotines, gaviotas.
- Alas grandes y anchas, se pueden observar en Aves planeadoras, que aprovechan las corrientes térmicas para elevarse, p. ej. buitres, águilas.
- Alas cortas y redondeadas, Aves de bosque y de selva, p. ej. rey del bosque, ratonera.
- Alas largas y estrechas, Aves planeadoras marinas, p. ej. albatros, petreles.

COLA (Fig. 8)

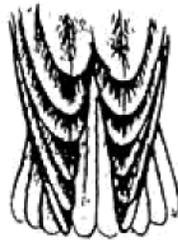
Se encuentran diferentes formas de cola en los diferentes grupos de Aves. La cola es utilizada como timón durante el vuelo y el aterrizaje y se encuentra formada por 12 plumas de vuelo (**rectrices**).

- Cola redondeada, en general en los Passeriformes
- Cola cuadrada, en rapaces.
- Cola emarginada, también en algunas rapaces.
- Cola escotada, p. ej. en Caprimulgiformes.
- Cola graduada, rectangular, p. ej. en *Guira guira* (pirincho)
Puntiaguda.
- Cola ahorquillada, en las plumas externas p. ej. en tijereta.
en las plumas internas.
- Cola con plumas terminadas en punta
- Cola con las plumas formando una superficie áspera de apoyo, p. ej. en carpinteros.

PICO (Fig. 9)

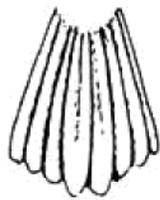
Los picos de las Aves presentan diferentes formas dependiendo de los hábitos alimentarios. Los colores de estas estructuras muchas veces cumplen la función de reconocimiento intraespecífico.

- Recto largo, cuando es más largo que la cabeza, ej. *Gallinago gallinago*.
- Recto mediano, cuando es aproximadamente igual a la cabeza, ej. *Oreopholus ruficollis*
- Recto corto, cuando es más corto que la cabeza, ej. *Charadrius collaris*.

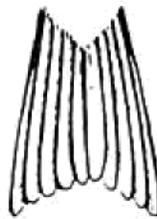


La relación de la cola con el ala

FORMAS



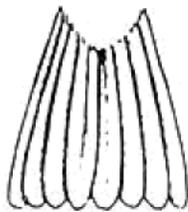
Redondeada



Furcada



Es. (n)lunada



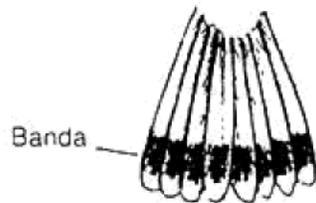
Cuadrada



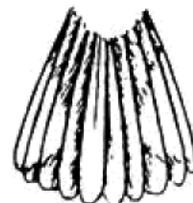
En puntas



Ahorquillada



Banda



Mancha

Figura 8 - Diferencias tipos de colas de aves

- Recurvado, pico curvado hacia arriba, ej. *Recurvirostra andina* y tero real
- Decurvado, cuando es curvo hacia abajo, ej. *Plegadis chihi*
- Doblado hacia abajo, formando la curvatura un ángulo importante, ej. *Phoenicopterus chilensis*.
- Ganchudo, formando un gancho la rinotheca, ej. *Heterospizias meridionalis*, *Myiopsitta monachus*.
- Compuesto, formado por varias placas, ej. *Procellaria aequinoctialis*.
- Cónico largo, más largo que la cabeza, ej. *Ciconia ciconia*.
- Cónico mediano, aproximadamente igual de largo que la cabeza, ej. *Ambliramphus holosericeus*.
- Cónico corto, más corto que la cabeza, ej. *Zonotrichia capensis*.
- En embudo, cuando presentan una amplia abertura bucal, para cazar insectos en vuelo, ej. Caprimulgiformes.
- Achatado, en forma de espátula, ej. *Ajaia ajaja*.
- Uncinado, con uña en el extremo, patos
- Achatado, pico ancho y achatado en su ancho, ej. *Platyrinchus mystaceus*.
- Comprimido, la compresión del pico es lateral, ej. *Haemantopus ostralegus*.
- De gallina, pico como en estas Aves, ej. *Chauna torquata*.
- Ápice en gancho, cuando el extremo presenta un gancho, ej. *Phalacrocorax olivaceus*.
- De paloma, con narinas y punta abultadas, todas las palomas
- Voluminoso, de gran tamaño, tucanes.

Dependiendo de la longitud de la **rinotheca** y la **gnatoteca**, se identifican los siguientes tipos de pico:

- pico paragnato, cuando ambas estructuras tienen el mismo largo, ej. garzas.
- pico epignato, cuando la rinotheca es más larga que la gnatoteca, ej. Rapaces.
- pico hipognato, cuando la gnatoteca es mayor que la rinotheca, ej. Rayador.

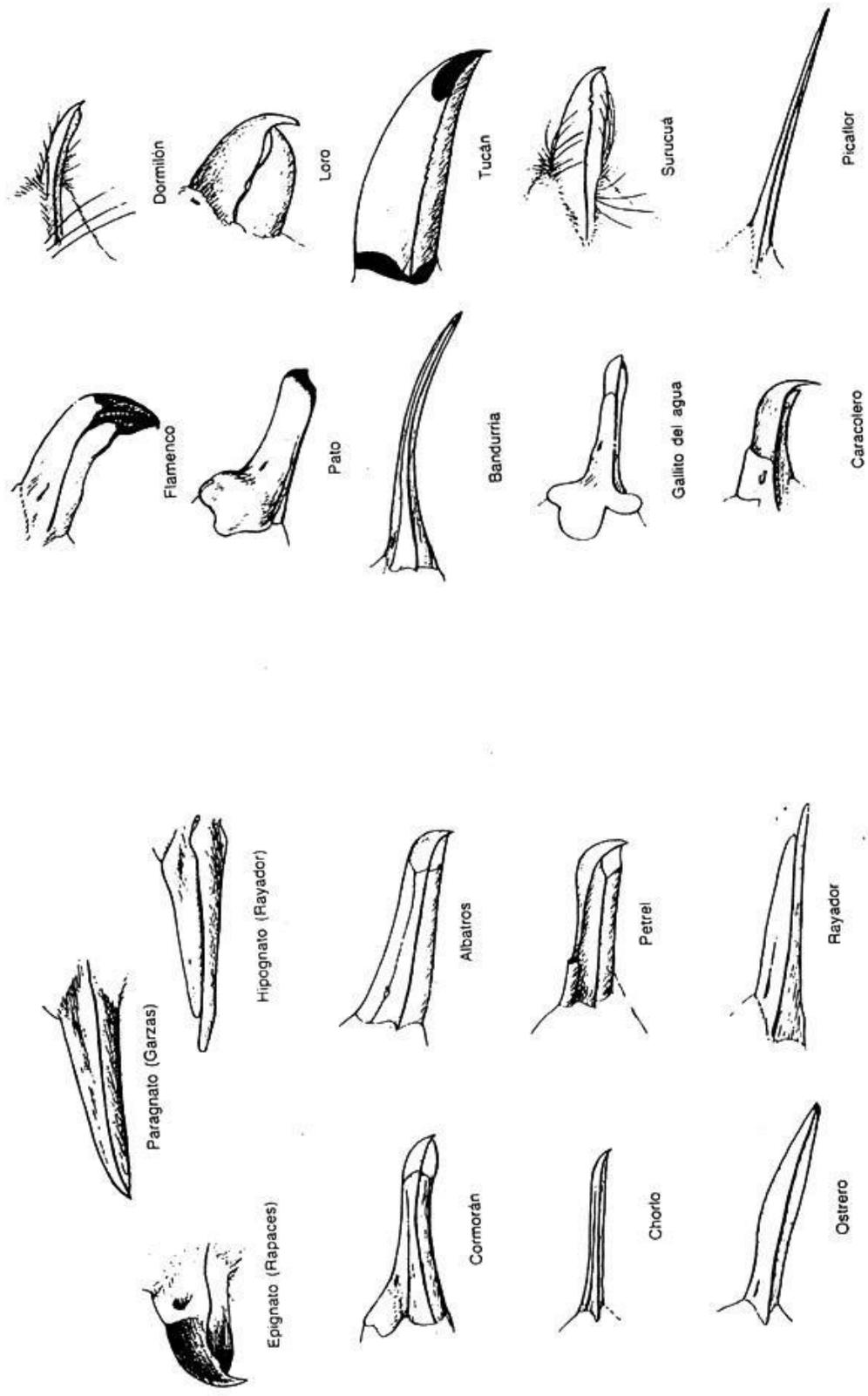


Figura 9 - Formas de pico de diferentes aves

PATAS (Fig. 10)

Las patas de las Aves se encuentran adaptadas a las diferentes formas de vida. En general son tetradáctilas (cuatro dedos) y según la disposición de los dedos se pueden ver algunos tipos básicos:

- Anisodáctilo, es la forma más frecuente, tres dedos hacia delante y uno hacia atrás, pudiendo tener el **hallux** (dedo posterior, dedo I) desarrollado, cuando es útil para que el Ave se pose (Passeriformes), o en el caso de la captura de presas (rapaces). En otros casos los dedos se han desarrollado mucho, para permitir a estas especies caminar sobre la vegetación flotante (*Jacana jacana*). En las Aves caminadoras, el hallux se encuentra reducido y a cierta altura o puede faltar (ñandú).
- Pamprodáctilo, las que tienen o llevan los cuatro dedos hacia delante. Los vencejos pueden llevar el hallux hacia delante y se cuelgan con la uña de este dedo cuando reposan.
- Zygodáctilo, son aquellas Aves que presentan dos dedos hacia delante (II y III) y dos hacia atrás (I y IV), Piciformes, Psittaciformes, tucanes, Cuculiformes.
- Heterodáctilo, aquellas Aves que presentan dos dedos hacia adelante (III y IV) y dos hacia atrás (I y II), trogones.
- Syndáctilo, aquellas Aves que tienen el dedo externo unido al dedo medio, Coraciformes.

Además de la disposición de los dedos, las patas pueden clasificarse por la disposición de diferentes estructuras que presentan.

- Semipalmada, cuando la membrana que une los dedos es menor a la extensión de estos, algunos chorlos.
- Totipalmada, cuando la unión es total, reuniendo los cuatro dedos, Pelecaniformes.
- Lobada, cuando presentan lóbulos en cada uno de los dedos, Podicipediformes.
- Lobulada, cuando presentan lobulaciones (en general tres) en cada dedo, algunos Rallidae.

Se encuentran otras estructuras en las patas:

- Uñas o garras, que son formaciones córneas que cubren la última falange de los dedos. Son fuertes y grandes en las rapaces; en *Jacana jacana* son largas y poco curvadas; pueden presentar un “peine” (**uña pectinada**), p. ej. en las garzas y en los dormilones, en los cormoranes y en algunas lechuzas, en el dedo medio. Es usado para acicalarse.

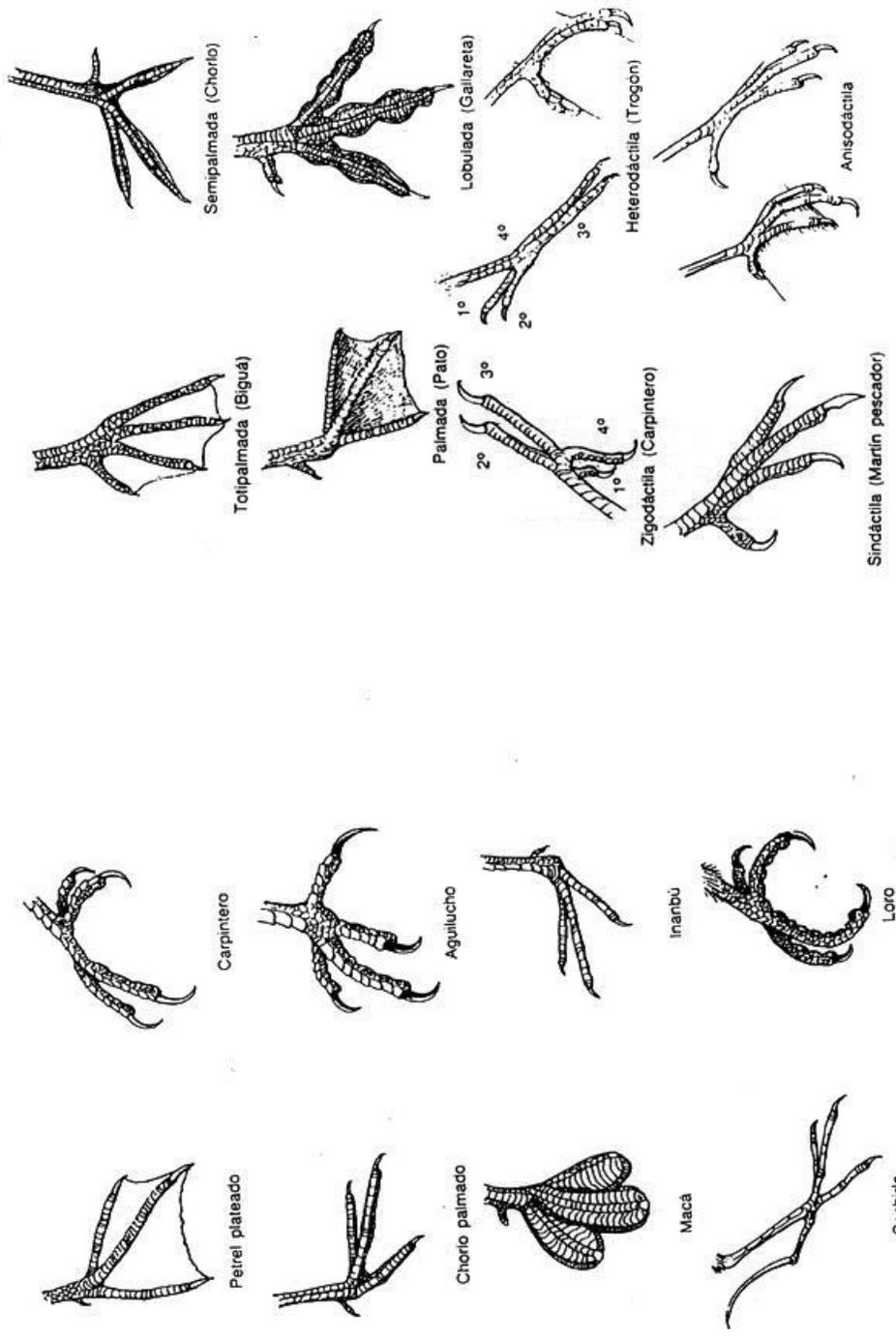


Figura 10 - Diferentes tipos de patas de aves

ESTRUCTURAS VARIAS

Algunas especies se encuentran ornamentadas con diferentes estructuras para distintas funciones.

Apéndices formados por plumas:

- Cresta, grupo de plumas de distinta longitud, que sobresalen por encima de la cabeza, o hacia atrás en la nuca (*Chauna torquata*, chajá). Estas estructuras pueden erizarse o aparecer con el plumaje nupcial.
- Copete o penacho, grupo de plumas largas y finas que sobresalen por encima de la cabeza (*Rynchotus rufescens*, martineta), o en la nuca (*Syrigma sibilatrix*, chiflón).
- Egretas, plumas largas y finas que se desarrollan en el pecho y en el dorso durante la época reproductiva. Las presentan las garzas.
- Orejas, grupos de plumas que sobresalen a los costados de la cabeza, como si fueran orejas, pero no tienen relación con el oído. Strigiformes.
- Gola, collar de plumas que rodea la base del cuello, cóndor.
- Discos faciales, plumas de la cara rodeando los ojos dispuestas en forma radiada, formando una especie de pantalla parabólica relacionada con la audición, Strigiformes.

Apéndices carnosos y tegumentos endurecidos:

- Cresta carnosa, estructura formada por un pliegue de piel desnuda que sobresale por encima de la cabeza, cóndor.
- Escudete, formación de tipo escudo que se encuentra sobre la frente de algunas especies y que presenta en general colores llamativos, gallaretas.
- Áreas de piel desnuda, áreas desprovistas de plumas, a veces de colores vistosos. Alrededor del ojo (anillo ocular, periorbitario y orbital), o toda la cabeza y parte del cuello (buitres, cóndor).
- Pliegue gular, área desnuda que se encuentra entre las ramas de la mandíbula, garganta o parte anterior del cuello, cóndor.
- Cera, tegumento firme, a veces abultado que se encuentra en la base de la rinoteca, incluyendo las narinas, rapaces.
- Espolones, se pueden encontrar en las patas (gallos), o en las alas, a la altura de las articulaciones carpales, chajá, tero.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Arballo, E. & J. L. Cravino. 1999. Aves del Uruguay. Manual Ornitológico. Vol. 1. Struthioniformes a Gruiformes. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo. 465 pp.
- Azpiroz, A. 2012. Aves de las pampas y campos de Argentina, Brasil y Uruguay. Una guía de identificación. Pressur, Nueva Helvecia. 351 pp.
- Kardong, K. V. 1999. Vertebrados. Anatomía Comparada, Función, Evolución. Mc Graw Hill, Interamericana, Madrid. 732 pp.
- Narosky, T. & D. Yzurieta. 1987. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. 1ª edición, Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires, 345 pp.
- Orr, R. T. 1978. Biología de los Vertebrados. 4ª edición. Interamericana, México. 545 pp.
- Palerm, E. 1976. Aves, Lista de las especies de vertebrados del Uruguay, pp. 7-25 en: Lista de las especies de vertebrados del Uruguay, Langguth, A. (editor), Museo Nacional de Historia Natural y Facultad de Humanidades y Ciencias, departamento de Zoología Vertebrados, Montevideo, Uruguay. 52 pp.
- Pough, F. H.; R. M. Andrews; J. E. Cadle; M. L. Crump; A. H. Savitzky & K. D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall Eds. 578 pp.
- Romer, A. S. & T. S. Parsons. 1977. The Vertebrate Body. 5ª edición. Saunders, London. 624 pp.
- Ziswiler, V. 1980. Zoología especial Vertebrados. Tomo II; Amniotas, Ed. Omega, España. 413 pp.

PRACTICO 7:

RECONOCIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS Y ESTRUCTURAS

- Tipos de picos:
 - Epignato
 - Paragnato
 - Hipognato
 - Tipo de patas:
 - Según membrana interdigital
 - Según disposición de los dedos
- } Deducción de hábitos
- Plumas:
 - Tipos de plumas
 - Pennas o de contorno: ver bárbulas
 - Vibrisas
 - Plumón
 - Clasificación según ubicación (penas)
 - Cobertura
 - Remiges
 - Rectrices
 - Esqueleto:
 - Adaptaciones al vuelo
 - Características del cráneo
 - Aparato hioideo de carpintero
 - Púas (Chajá)
 - Narinas tubulares (muy desarrolladas en Petrel y poco desarrollada en Albatros)
 - Pico lamelado (Patos)
 - Uña pectinada (Garzas y Dormilones)
 - Opérculum (Palomas)

PRACTICO 8:
CLAVE PARA LOS ÓRDENES DE AVES URUGUAYAS

1	Pie con membrana interdigital	2
	Pie sin membrana interdigital	7
2 (1)	Los 4 dedos reunidos por la membrana (totipalmados)	SULIFORMES
	Sólo los dedos anteriores reunidos por la membrana (palmados)	3
3 (2)	Narinas tubulares	PROCELLARIFORMES
	Narinas no tubulares	4
4 (3)	Pico lamelado	5
	Pico no lamelado	6
5 (4)	Pico abruptamente decurvado (combo o combado)	CICONIFORMES
	Pico no abruptamente decurvado; con unguis en el ápice de la rhinoteca	ANSERIFORMES
6 (4)	Alas transformadas en aletas, no aptas para el vuelo	SPHENISCIFORMES
	Alas no transformadas en aletas; aptas para el vuelo	CHARADRIIFORMES
7 (1)	Cuatro dedos	8
	Tres dedos	30
8 (7)	Tres dedos hacia delante y uno hacia atrás	9
	Dos dedos hacia adelante, dos hacia atrás (pie zygodactylo)	27
9 (8)	Dedos con uñas planas	PODICIPEDIFORMES
	Dedos con uñas no planas	10
10 (9)	Pie syndactylo	CORACIFORMES
	Pie no syndactylo	11
11 (10)	Pie raptor (no muy definido en los chimangos)	12
	Pie no raptor	13
12 (11)	Ojos dirigidos hacia adelante, en discos faciales, plumaje suelto (laxo)	STRIGIFORMES
	Ojos dirigidos lateralmente; plumaje no suelto	FALCONIFORMES
13 (11)	Uña del dedo medio pectinada	14
	Uña del dedo medio no pectinada	15

14 (13)	Pico largo y agudo; patas largas; región loreal sin plumas	PELECANIFORMES	
	Pico muy corto; patas pequeñas y débiles; región loreal emplumada	CAPRIMULGIFORMES	
15 (13)	Aves pequeñas, generalmente con colores metálicos en diversas partes del plumaje; alas largas, angostas y planas; pie pequeño con el tarso cubierto por piel	APODIFORMES	
	Sin la combinación anterior		16
16 (15)	Región loreal sin plumas; resto de la cabeza emplumado totalmente o en parte		17
	Región loreal emplumada, o sin plumas cuando toda la cabeza es desnuda		20
17 (16)	Pico más largo que la cabeza	CICONIFORMES	
	Pico más corto que la cabeza		18
18 (17)	Ala con dos púas	ANSERIFORMES	
	Ala sin púas		19
19 (18)	Región tibio-tarsal totalmente emplumada	GALLIFORMES	
	Región tibio-tarsal sin plumas en su extremidad inferior	GRUIFORMES	
20 (16)	Cabeza enteramente desnuda		21
	Cabeza no enteramente desnuda		22
21 (20)	Hallux incumbente	CICONIIFORMES	
	Hallux elevado	CATHARTIFORMES	
22 (20)	Hallux incumbente		23
	Hallux elevado		24
23 (22)	Pico con operculum	COLUMBIFORMES	
	Pico sin operculum	PASSERIFORMES	
24 (22)	Pico corto y fuerte; ápice maxilar claramente curvado sobre el de la mandíbula; remiges primarias duras y curvas	TINAMIFORMES	
	El pico puede o no ser corto y fuerte; ápice maxilar no claramente curvado sobre el de la mandíbula; remiges primarias no duras		25
25 (24)	Remige primaria externa sensiblemente más corta que las demás		26
	Remige primaria externa más larga o de la misma longitud que las demás	CHARADRIIFORMES	
26 (25)	Copete de plumas alargadas; púa en el ala	CHARADRIIFORMES	
	Sin copete; sin púa en el ala	GRUIFORMES	

- | | | |
|---------|---|--|
| 27 (8) | Pico corto, ancho, ganchudo; mandíbula más corta que la maxila; tomium mandibular muescado
Pico recto o decurvado en el ápice; tomium mandibular sin muescas | PSITTACIFORMES
28 |
| 28 (27) | Rectrices acuminadas, con ápices rígidos
Rectrices no acuminadas, sin ápices rígidos | PICIFORMES
29 |
| 29 (28) | Culmen recto; cola proporcionalmente corta

Culmen francamente decurvado; cola proporcionalmente larga | PICIFORMES

CUCULIFORMES |
| 30 (7) | Gran tamaño; alas no aptas para el vuelo
Tamaño moderado; alas aptas para el vuelo | RHEIFORMES
CHARADRIIFORMES |