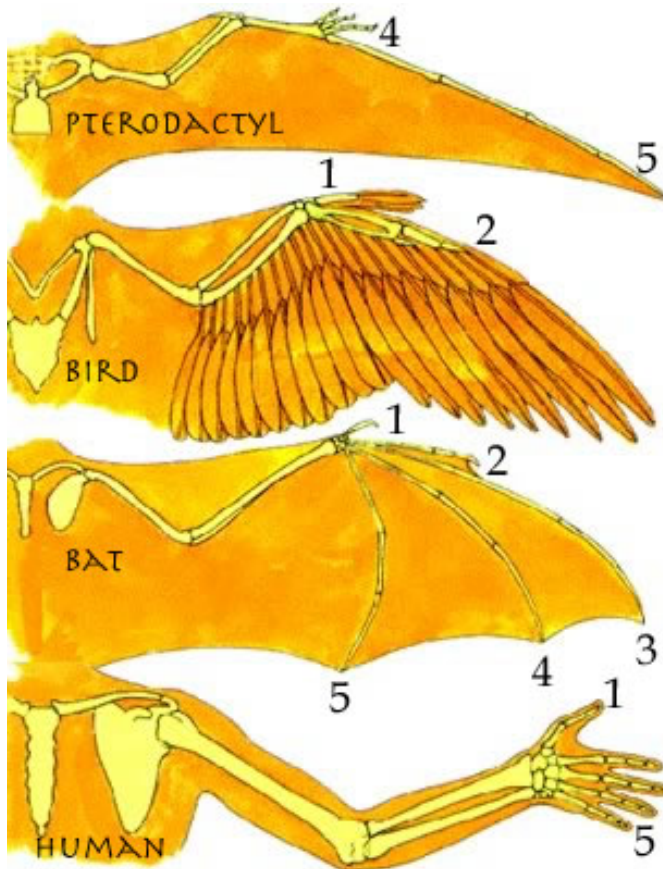


APUNTE CLASE 1 → Características Biológicas y Evolución de las Aves

AVES:

- Son vertebrados del grupo de los tetrápodos.
- Se distinguen principalmente por su capacidad de vuelo, pero esta característica no es parte de todas ellas, ya que algunas han perdido dicha capacidad.
- Existen alrededor de 10.000 especies a nivel mundial.
- Son amniotas (producen huevos).
- Son muy similares a los reptiles en diversos aspectos:
 1. mandíbula conformada por una serie de huesos.
 2. poseen eritrocitos nucleados.
- Diferencias entre reptiles y aves:
 1. aves poseen huesos neumáticos, como adaptación al vuelo.
 2. reptiles presentan piel escamosa, mientras que aves tienen plumas, pero con la misma disposición.
 3. sólo las aves presentan una articulación característica en la maxila, dándoles una gran movilidad. Muy característico en los loros.
- La columna vertebral es muy flexible en el cuello, pero está fusionada a nivel del tórax.
- Las extremidades anteriores se encuentran desarrolladas como alas.
- La mayoría de las aves presentan quilla, con la excepción de las ratites, las cuales tienen esternón. Quilla está más desarrollada en aves voladoras. Permite el anclaje de la musculatura pectoral.
- Poseen huesos neumáticos, con una estructura que les permite incorporar aire a través de sus trabéculas. Son huesos con alta resistencia y poco peso.
- Presentan plumas, lo cual las caracteriza de cualquier otro grupo de animales.

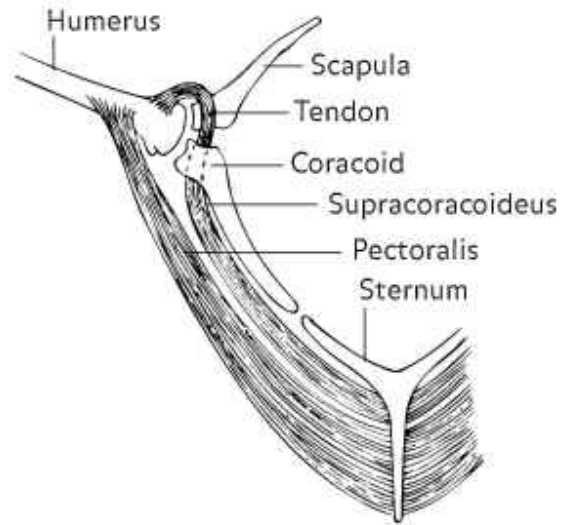


Cuando un grupo de animales son sometidos a una presión similar y se tiene que ellos llegan a una misma solución, utilizando sus propios recursos se habla de que existe una **convergencia evolutiva**. Ej.: ala de murciélago, ala de pterodáctilo, ala de ave:

- a) **ALA DE MURCIÉLAGO:** El ala se encuentra formada por la mano, soportada por varios dedos largos. Incluso existen prolongaciones de las alas que llegan a unirse con las patas. Existe una distensión de los dedos.
- b) **ALA DE PTERODÁCTILO:** Ala formada por un solo dedo, mientras que el resto de los dedos queda recogido como una garra. También existe una prolongación del ala hacia las patas.
- c) **ALA DE AVE:** Formada por los huesos del antebrazo.

MUSCULATURA:

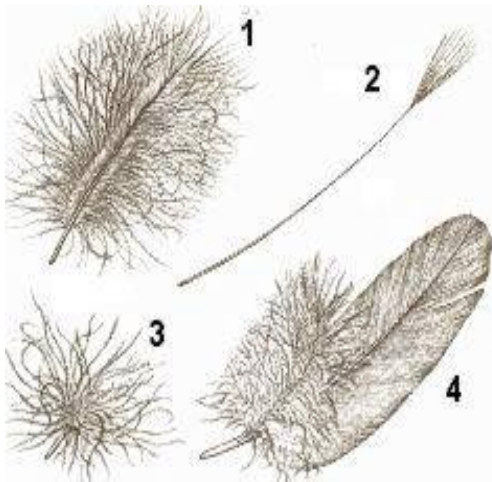
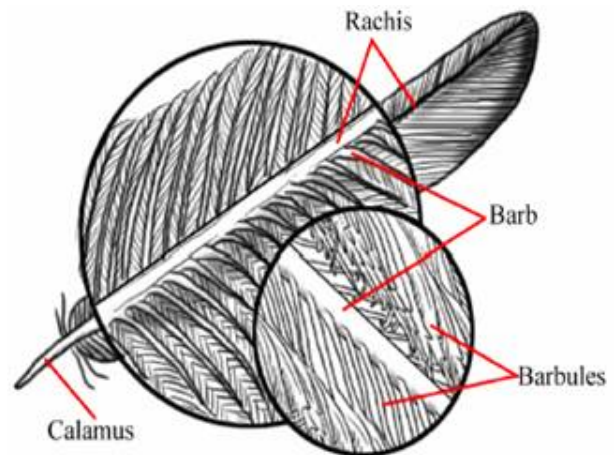
- Músculo Pectoral superior: el más grueso y potente. Su contracción permite que el ala baje.
- Músculo Pectoral inferior: ayuda a las alas a subir. Requiere de menos fuerza.
- Músculos Rojos (β):
 - ✓ permiten vuelo constante por muchas horas (vuelo sostenido).
 - ✓ son músculos muy irrigados.
 - ✓ metabolismo basado en quema de grasa y consumo de O_2 .
- Músculos Blancos (α):
 - ✓ permiten movimientos rápidos, pero no prolongados en el tiempo.
 - ✓ metabolismo anaeróbico.



Para apercharse, las aves cuentan con un sistema automático, donde la garra se cierra alrededor de la percha gracias al peso del cuerpo, pensionando el tendón. No requiere esfuerzo.

PLUMAS:

- Característica más distintiva de las aves.
- Son estructuras de la piel muy complejas.
- La piel de las aves se caracteriza por ser muy delgada y flexible.
- Las plumas forman parte del mecanismo termorregulador del ave y facilitan el vuelo.
- Las plumas están conformadas por caquis, barbas y bárbulas. Estas últimas actúan como ganchos uniendo a las barbas.



Existen grupos de plumas:

- a) DE SUSTENTACIÓN: angostas, rígidas, bordes definidos.
- b) PLUMÓN: permite acumular aire en contacto con la piel.
- c) FILOPLUMAS: corresponden a un raquis más unas pequeñas barbas en su extremo, o sólo un raquis. Cumplen función sensorial: entregan información sobre el orden del plumaje.
- d) BARBAS: raquis que presenta pequeñas barbas en su base. Cumplen función sensorial: permiten extender el área de acción del cuerpo. Generalmente asociadas detectar presas en aves de características crepusculares o nocturnas.

PLUMAS DE LAS ALAS: remiges o remeras → permiten movimiento. Pueden ser:

- PRIMARIAS: plumas de la mano. Van de 9 a 12, según el ORDEN al que pertenece el ave.
- SECUNDARIAS: plumas de la ulna (cúbito). Su número es muy variable, dependiendo, fundamentalmente, del largo de dicho hueso.
- TERCIARIAS: asociadas al húmero. No siempre están presentes.

PLUMAS DEL CUERPO Y COLA:

- COBERTORAS: dan la conformación del plumaje. Participan en la termorregulación (plumón). Asociadas al pecho y dorso.
- RECTRICES: plumas de la cola. Generalmente en número de 12. Dan la orientación en el vuelo.
- Otras, generalmente de carácter ornamental.

PTERILOSIS:

- corresponde al patrón de distribución de las plumas en el cuerpo.
- sirve como patrón de diferenciación de familias.
- Implica zonas con plumas (pterilios) así como zonas desprovistas de ellas (apterios). Esto no es aplicable en pingüinos (tienen una distribución homogénea de plumas en el cuerpo).
- Un importante apterio corresponde al parche incubatriz, el cual se presenta durante la temporada reproductiva. Este se agranda y se vasculariza a medida que avanza la temporada.

MUDA:

- se lleva a cabo de forma ordenada. Puede ser una o más de una al año.
- este cambio de plumaje se asocia a renovación de dichas estructuras, pero también, en algunas especies, obedece a situaciones de mimetismo.
- generalmente ocurre posterior a la temporada reproductiva, permitiendo al ave pasar el invierno con un nuevo set de plumas que les permita una termorregulación eficiente.
- a inicio de la temporada reproductiva puede darse otra muda. Dicho plumaje es muy vistoso y, por lo mismo costoso (en términos energéticos). Generalmente son plumas no asociadas al vuelo.

COLORACIÓN DE LAS PLUMAS:

- es una forma de comunicación con sus congéneres, así como con otras aves.
- coloración obtenida a partir de pigmentos, principalmente carotenos.
- algunos cuculiformes poseen pigmentos particulares.
- coloración iridiscente existe en algunas especies. No es por pigmento, sino por efecto óptico. Lo mismo ocurre con el color azul.
- existe pigmento que otorga resistencia a las plumas: melanina.

SISTEMA DIGESTIVO:

- Debido al tamaño generalmente pequeño de las aves, su tasa metabólica es alta, lo cual implica que gastan mucha energía.
- Para colonizar variados ambientes, las aves, tienen distintos tipos de dietas, así como distintas adaptaciones a ellas (p.e. distintos tipos de picos).
- Presentan un esófago muscular, el cual posee un buche, importante órgano de almacenamiento (principalmente en granívoros).
- En columbidos se genera leche de paloma o leche del buche → grasas y proteínas. Para polluelos.
- En estómago muscular o molleja se realiza la molienda de alimentos → utiliza grit (piedrecillas)
- El largo del intestino depende de la dieta, así como condiciona el desarrollo de otros órganos:
 1. picaflores → consumen néctar → requieren gran hígado para almacenar glicógeno.
 2. rara → folívora → bordes aserrados para mayor degradación de hojas.
- Aves herbívoras tienden a presentar intestino más largo dado el bajo aporte de nutrientes. Así es muy raro ver aves herbívoras (folívoras) de pequeño tamaño (excepto la Rara (*Phytotoma rara*)).

SISTEMA EXCRETOR:

- Claro componente de adaptación al vuelo → nitrógeno es expulsado como ácido úrico → permite concentración mas densa del nitrógeno, requiriendo menos agua para eliminarlo.
- Al eliminar ácido úrico el ave viaja más liviana → requiere menos agua para eliminar desechos.
- Actualmente se sabe que picaflores eliminan algo de urea, ya que consumen una importante cantidad de agua en el néctar.
- Aves marinas presentan adaptaciones para eliminar el exceso de sal proveniente de su alimento → glándulas de la sal se ubican sobre el pico.

SISTEMA RESPIRATORIO:

- Presentan pulmones pequeños y poco móviles → se proyectan hacia sacos aéreos.
- Sacos aéreos distribuyen el aire por el cuerpo del ave → importante función en el proceso de respiración.
- Sacos aéreos también cumplen funciones secundarias: ave fragata macho infla el saco aéreo cervical durante el cortejo para atraer a la hembra.
- Respiración se realiza en dos tiempos:
 1. con la 1ª inspiración de aire, este ingresa a los sacos aéreos abdominales, y en la espiración el aire avanza por los pulmones, realizando el intercambio gaseoso.
 2. con la 2ª inspiración el aire pasa a los sacos aéreos torácicos y cervical, y en la espiración se libera el CO₂ al medio.
- Generalmente las aves presentan de 7 a 9 sacos aéreos.
- El flujo de aire va casi en contra del flujo sanguíneo, aumentando la eficiencia de la hematosis.
- En los sacos aéreos no hay intercambio gaseoso.

VOCALIZACIÓN:

- ocurre en la siringe, la cual se ubica a nivel de la carina traqueal.
- aves poseen capacidad de producir dos sonidos al mismo tiempo (passeriformes).
- el canto se encuentra desarrollado en los passeriformes.
- Buitres del nuevo mundo no presentan siringe.

REPRODUCCIÓN:

- son el único grupo que se reproduce exclusivamente por huevos.

SISTEMA CIRCULATORIO

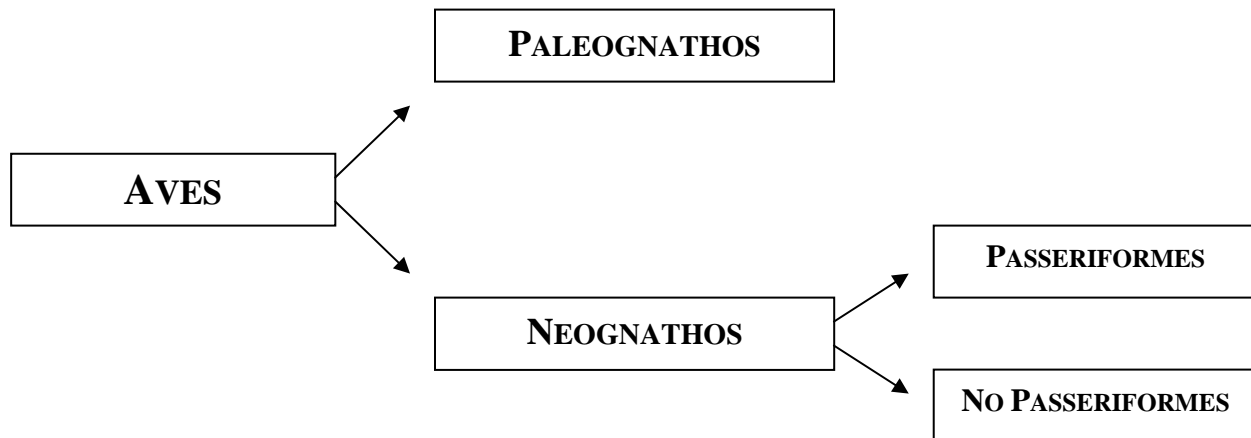
- Muy similar al de los reptiles, pero algo más desarrollado.
- Poseen corazón tetracameral, caracterizado por un gran tamaño (en relación al tamaño del ave). El tamaño está determinado por el grado de actividad.
- Proporcionalmente el corazón de las aves presentaría el doble del peso comparado a un corazón humano.
- Los latidos son más lentos que en mamíferos.
- Aves son homeotermas.
- Poseen glóbulos rojos nucleados.

ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS:

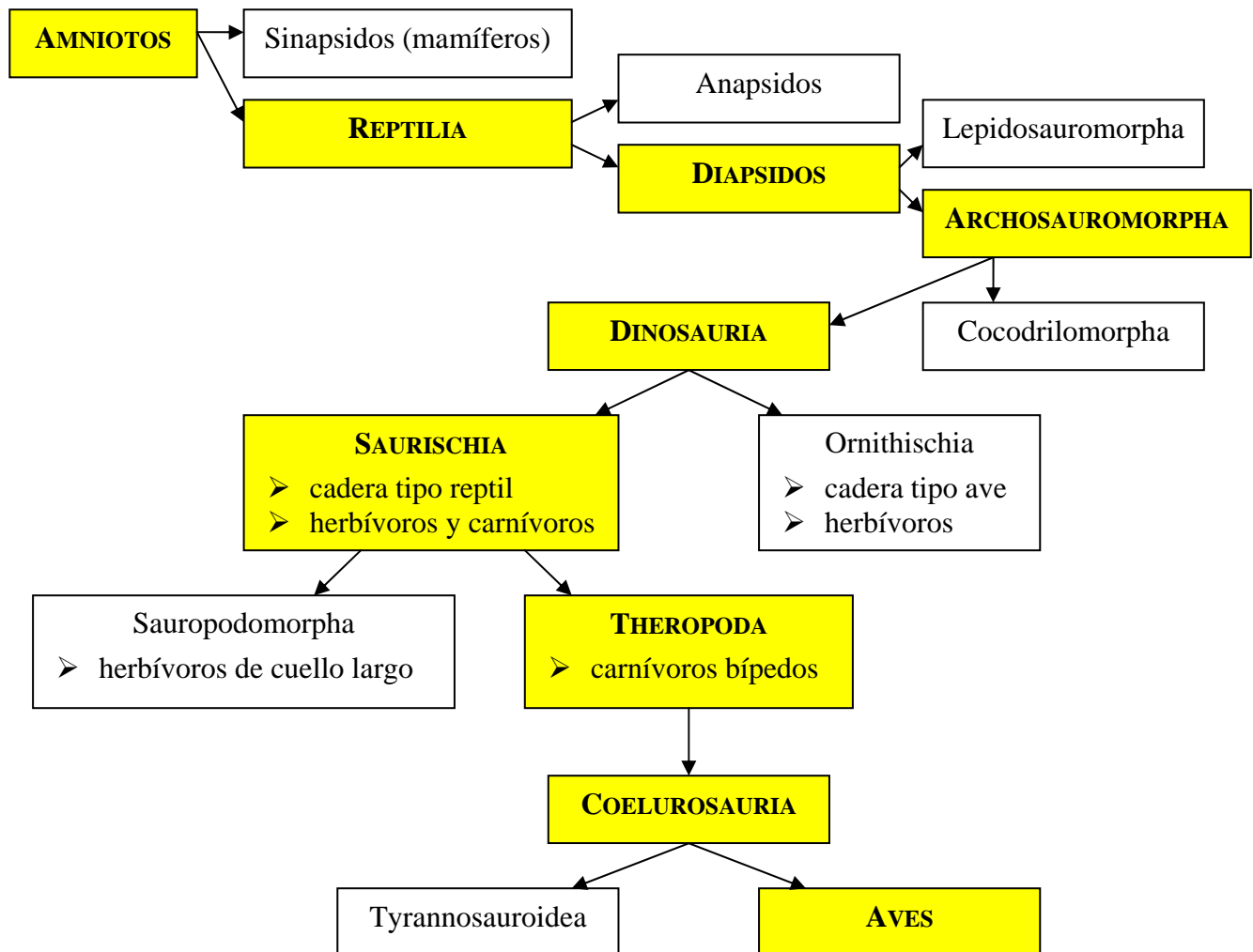
- Visión y audición son los sentidos más desarrollados.
- Aves ven en colores → esto lleva que usen colores del plumaje en la reproducción.
- Aves pueden ver más colores que el ser humano → ven gran parte del espectro ultravioleta (excepto algunos picaflones). → Tienen un espectro lumínico más amplio.
- El infrarrojo no lo pueden ver (tampoco los mamíferos).
- El cerebro de las aves es similar o más grande (proporcionalmente) que el de los mamíferos.
- Olfato está poco desarrollado, excepto en albatros, kivis y buitres del nuevo mundo.
- El gusto es de los sentidos menos estudiados → permitiría, por ejemplo, detección de toxinas en alimentos.

EVOLUCIÓN EN AVES:

- presentes desde hace \pm 110 a 120 millones de años atrás.
- han aparecido fósiles con plumas → protoaves.
- *Archeopteryx litographica*:
 - ✓ Fósil con características intermedias entre reptil y ave.
 - ✓ Existió hace unos 150 millones de años, estando presente ya a fines del Jurásico.
 - ✓ Provisto de plumas y alas grandes → también con larga cola (ósea).
 - ✓ Presentaba vértebras cervicales más separadas.
 - ✓ Posee unas garras sobre los huesos del alula → actualmente esto puede observarse en los polluelos del Hoatzín.
 - ✓ Con cabeza claramente reptiliana y con dientes → factor indeseado para el vuelo, dado que los dientes son las estructuras más densas del cuerpo → muy pesados para el vuelo.
 - ✓ Muy ineficiente para el vuelo → interfase entre la vida terrestre y la vida aérea.
- **Jurásico** → *Archeopteryx sp.* (160 mill. de años atrás) → gran nivel de diversificación en el cretácico (p.e. aparecen los Orniturinos, antecesores de los chorlos).
- **Cretácico** → **65 mill. de años atrás** → gran extinción de aves y reptiles.
- **Paleoceno** → aparece una gran explosión evolutiva de aves → aparecen unas 10.000 especies → Paleognathos empiezan a evolucionar hacia formas terrestres.



- Actualmente existen alrededor de 5.000 especies de passeriformes en el planeta → grupo más abundante y eficiente dentro de las aves.
- Existe una teoría que dice que las aves evolucionaron a partir de una rama de reptiles diápsidos (teoría más aceptada).
- Existen otras teorías:
 - ✓ Aves vendrían directamente de los tecodontes (antecesores a los dinosaurios).
 - ✓ Aves provendrían de una línea de los cocodrilos (muy poco aceptada).



EVOLUCIÓN DEL VUELO:

➤ TEORÍA “DE ARRIBA PARA ABAJO”:

- ✓ Implica que el vuelo se desarrolla en animales arbóreos (desarrollaban su vida en árboles).
- ✓ Para cambiar de árbol debían caminar mucho ➔ es menos costoso subir a los árboles y saltar hacia el siguiente.
- ✓ Dada esta presión evolutiva se van seleccionando individuos con pequeñas modificaciones que terminan por generar alas.

➤ TEORÍA “DE ABAJO PARA ARRIBA”

- ✓ Implica que animales tomaron como estrategia el correr y saltar para atrapar las presas.
 - ✓ Es en estos saltos donde se van seleccionando individuos con alas.
 - ✓ Al considerar la energía implicada en ambos casos, esta teoría resulta menos sólida que la anterior.
- Es muy factible que las plumas aparecieran como un sistema de termorregulación ➔ su participación en el fenómeno del vuelo es secundaria (aportan mayor sustentación).

RESUMEN:

1. Son vertebrados homeotermos.
2. De reproducción ovípara.
3. Provistos de plumas → característica exclusiva de esta CLASE.
4. Con los miembros anteriores transformados en alas.
5. Adaptados al vuelo.
6. Adaptados a la marcha bípeda.
7. Función de la plumas:
 - ✓ permiten el vuelo.
 - ✓ dan al ave un perfil aerodinámico (plumas de contorno).
 - ✓ proporcionan aislamiento térmico.
8. En edades geológicas anteriores existieron aves provistas de dientes, pero en la actualidad ninguna los tiene (aunque algunas presentan los bordes del pico aserrado).
9. El pico no sólo sirve para obtener el alimento, sino también para partirlo o desgarrarlo (en muchos casos).
10. El pico se compone de dos partes:
 - ✓ la envoltura córnea exterior: la ranfoteca.
 - ✓ los huesos que sostienen esta envoltura.
11. El pico se encuentra adaptado al tipo de alimentación:
 - ✓ En aves de rapiña: ganchudo, fuerte y de punta muy afilada.
 - ✓ En aves que buscan alimento en el fango: largo y estrecho.
 - ✓ En las que han de partir frutos de cáscara dura: pico grueso y fuerte.
12. El cráneo se encuentra articulado con las vértebras cervicales por medio de un solo cóndilo, y no por dos, como ocurre en el caso de los mamíferos → otorga movilidad de casi 360°.
13. Las aves nunca tienen menos de 9 vértebras cervicales.
14. La parte de la columna vertebral correspondiente al cuello es, en todas las aves, muy flexible, mientras que las vértebras torácicas y lumbares se encuentran muy fuertemente unidas entre sí.
15. Con quilla en lugar de esternón (excepto ratites).
16. Las quillas están tanto más desarrolladas cuanto más voladora es la especie.
17. En las aves, los huesos de la muñeca y de los dedos están muy atrofiados, y los dedos son solamente tres, faltando el cuarto y quinto dedo de la mano.
18. El tarso se encuentra dividido en dos, estando su mayor porción fusionado al metatarso, quedando reducidos a un hueso único, casi siempre muy largo, y los dedos de las patas nunca son más de cuatro, faltando el quinto dedo, mientras que el primer dedo está, generalmente, vuelto hacia atrás.
19. Todas las aves tienen uñas largas y más o menos encorvadas y agudas.

20. Los huesos de las aves son notables por su ligereza y, a su vez, por su fuerza y elasticidad. Muchos de ellos son huecos y se encuentran conectados con el aparato respiratorio.
21. El aparato respiratorio, además de los pulmones, presenta varias cámaras accesorias denominadas sacos aéreos, provistos de ramificaciones que envuelven los distintos órganos, e incluso penetran en algunos huesos, contribuyendo así a reducir el peso específico del animal.
22. El esófago, relativamente ancho y muscular, es importante para acumular comida y para regurgitar alimento a las crías. A menudo se transforma en un buche o cavidad extensible en forma de bolsa.
23. El estómago se encuentra conformado por:
 - ✓ Proventrículo → estómago glandular o verdadero.
 - ✓ Molleja o Ventrículo → bolsa muscular adaptada para la trituración del alimento, que es posible gracias a la acción de piedrecillas ingeridas por el ave (grit).
24. El corazón es tetracameral, siendo el lado izquierdo tres veces mayor que el lado derecho.
25. La sangre es similar a la de los reptiles y algo diferente de la de los mamíferos.
26. Las narinas se abren siempre en el pico, mientras que los oídos se abren en simples orificios al lado de los ojos, casi siempre sin pabellón externo.
27. De visión muy aguda, con adaptación telescópica a las diferentes distancias en las que se encuentran los objetos.
28. La agudeza visual se debe a la estructura retiniana y al gran tamaño relativo de los ojos ($1/3$ de la cara).
29. Las aves son muy sensibles a los movimientos rápidos y su percepción del color es, probablemente, superior a la del hombre. Algunas especies diurnas son capaces de discernir incluso la luz polarizada y el espectro ultravioleta → se hacen muy importantes los conos de la retina, los cuales confieren gran agudeza visual.
30. Las aves nocturnas no poseen toda esta agudeza, debido a un bajo número de conos. En cambio poseen gran número de bastones en la retina, los cuales les permiten ver con luces muy débiles.
31. Presentan membrana nictitante (tercer párpado).
32. En muchas aves, pero principalmente en passeriformes, hay presencia de siringe u órgano de producción del sonido, el cual se encuentra situado en el punto de bifurcación de la tráquea (carina).
33. Las plumas son productos tegumentarios córneos, igual que el pelo de los mamíferos. Ellas nacen a partir de un cañón, el cual dará salida a dos series de flecos (barbas).
34. Raquis: varilla central que consta de una serie de barbas. La base del raquis, sin barbas, es hueca y transparente → se le denomina cálamo.
35. Barbas: constan de pequeños filamentos llamados bárbulas → enganchan y ofrecen una gran resistencia al plumaje.