

Tema 45. Órganos y funciones de reproducción en los vertebrados

E.S.O. Bloque III. Tema 7 1º Bachillerato. Bloque 8. La reproducción en invertebrados y vertebrados.

45.1. Introducción

45.2. Aparato Reproductor de los vertebrados

45.3. Aparato reproductor de Peces

45.4. Reproducción y desarrollo embrionario de los Anfibios

45.4.1. La metamorfosis.

45.5. Reproducción de los reptiles

45.5. Aparato reproductor de las Aves

45.5.1. Caracteres secundarios.

45.5.2. El ciclo sexual

45.5.3. Canto y Territorio

45.5.4. Formación de la pareja. Galanteo y cortejo nupcial

45.5.5. Nidos y huevos. Cuidado de las crías

45.6. Aparato reproductor de los Mamíferos

45.1. Introducción

La vida queda caracterizada básicamente por la capacidad reproductora, el metabolismo y la sensibilidad. La supervivencia de un individuo es asegurada por el intercambio material y energético con el medio, o sea por su metabolismo. Pero la supervivencia de una especie considerada como un todo, requiere que los individuos que la forman produzcan otros, para reemplazar a los que van desapareciendo con la muerte, lo cual se consigue mediante el proceso reproductor.

La capacidad reproductora se puede interpretar por tanto como un mecanismo capaz de prolongar los fenómenos vitales a través del tiempo. Todos los seres vivos están dotados de la capacidad de reproducirse. Uno de los postulados clásicos de la Biología es aquel que afirma **omne vivum ex vivo** (es decir, la vida sólo procede de la vida) y en él se condensa todo el significado y la razón de ser del proceso reproductor. La modalidad de reproducción que adoptan los vertebrados es la de la reproducción sexual.

Para que tenga lugar la reproducción han de unirse los gametos de los dos sexos a fin de que los óvulos sean fecundados por los espermatozoides. Como es natural, ello significa que los dos miembros de la pareja tienen que acercarse, y, realmente, en muchos animales, el macho y la hembra han de establecer un contacto físico en el momento de la cópula. Por lo que es esencial la sincronización entre la espermatogénesis y el cortejo.

Además, el óvulo fecundado debe ser retenido, para su desarrollo, en el organismo de la hembra (mamíferos), o bien debe ser protegido por cubiertas especiales (cáscaras y membranas del huevo de los ovíparos); actividades que deben seguir un orden para que se produzcan en una secuencia correcta.

Después de nacer la cría, el comportamiento paternal puede resultar esencial para su supervivencia, también este comportamiento ha de aparecer en el momento oportuno.

El período que transcurre entre la producción de los gametos y la época en que las crías se independizan es muy variable, y depende en gran parte de la fisiología de cada especie.

45.2. Aparato Reproductor de los vertebrados

Todos los vertebrados son de sexos separados, excepto algunos peces. Poseen generalmente un par de órganos genitales unidos a la pared dorsal de la cavidad abdominal. La salida de los espermatozoides se realiza por el conducto de Wolff (conductos deferentes), y la de los óvulos por el canal de Müller (oviductos o trompas). La fecundación puede ser externa (Peces y Anfibios) o interna (Reptiles, Aves y Mamíferos). En la fecundación externa la hembra emite sus óvulos en el agua y el macho eyacula inmediatamente encima de ellos o en sus proximidades, la fecundación se realiza al azar mediante la atracción generada por la fertilisina.

En el desarrollo del huevo hay vertebrados que producen un amnios y un alantoides, se les denomina por esto **Amniotas**, en contraposición a otros que no los diferencian (**Anamniotas**), el desarrollo de éstos es indirecto.

El **amnios** es una especie de bolsa limitada por dos membranas. En su interior se encuentra el embrión, bañado en un líquido amniótico que le preserva de los golpes, y le garantiza un medio líquido.

El **alantoides** es una invaginación del intestino posterior del embrión. Tiene como misión asegurar la respiración y ser una almacén de los productos de desecho del animal. A través de él se relaciona el feto con la madre, en el caso de los vivíparos.

A estos dos anexos se les puede añadir la **vesícula vitelina** o vesícula umbilical, que también existe en anamniotas; se trata de una evaginación de la pared ventral del intestino. Esta vesícula, en reptiles y aves,

contiene la yema del huevo; en los mamíferos corresponde a la vesícula endodérmica apéndice de la cara ventral del intestino.

Existen tres tipos de reproducción:

- **Oviparismo.** El óvulo fecundado sale cubierto por una cáscara dura. En su interior se desarrolla el embrión, que nace por eclosión. Se da en casi todos los vertebrados, excepto la mayoría de los mamíferos, y algunos reptiles.
- **Viviparismo.** El embrión se desarrolla dentro del cuerpo de la madre. Nace por parto, como sucede en la mayoría de los mamíferos.
- **Ovoviviparismo.** En el interior de la madre se forman los huevos con cáscara. La eclosión es interna y en ese momento la hembra expulsa la cría y los restos de la cáscara. Es frecuente entre los reptiles.

Los huevos de los vertebrados pueden ser alecitos u **oligolecitos** (mamíferos), **heterolecitos** (peces y anfibios) y **telolecitos** (Selacios, algunos teleósteos, reptiles, aves y prototerios).

En los huevos telolecitos el vitelo es muy abundante, está separado del citoplasma ovular. Estos ovocitos gigantes están inmersos en el material nutritivo (clara del huevo). Todo el conjunto está encerrado por membranas proteicas, de la que la más externa se impregna a menudo de CaCO_3 y de otras sales. Sus constituyentes químicos por su variedad y cantidad, permiten el desarrollo completo del embrión, sin que los padres tengan que intervenir nada más que para la incubación.

45.3. Aparato reproductor de Peces

En los **Elasmobranquios** machos, la parte anterior del mesonefros pasa al servicio del testículo. Los canales uriníferos se fusionan con las vías espermáticas y sirven para la eyaculación del esperma. El canal de Wolff se desdobra longitudinalmente. En las hembras, los ovarios permanecen independientes de los riñones. Se forman, paralelamente al canal de Wolff, el canal de Müller, que es un conducto que desemboca en la cloaca. Sus espermatozoides tienen una larga cabeza en espiral, recorrida por un largo flagelo anterior.

Los selacios y holocéfalos poseen órganos copuladores y practican un verdadero acoplamiento (fecundación interna).

En los **Teleósteos**, un canal deferente sale directamente de cada testículo y va a parar a la cloaca. En las hembras, el ovario desemboca por un oviducto, formado por un repliegue del celoma. Sus espermatozoides poseen una cabeza globosa.

Diversos teleósteos, vivíparos, practican la fecundación interna (algunas especies de acuario como Gambusia, Lebistes), mediante un órgano copulador formado por los primeros radios de la aleta anal.

Poco dimorfismo sexual. Sin embargo, en algunas especies, en el momento de la reproducción el macho adquiere unos colores mucho más vivos. Los machos de algunas especies abisales, son pequeños y son parásitos de las hembras.

Los huevos son heterolecíticos, en la mayoría de los peces óseos y telolecitos en los cartilaginosos y algunos óseos. Los huevos flotan libremente o formando cadenas, que se mantienen unidas por sustancias mucosas.

Hay casos en que los peces incuban sus huevos fuera de las vías genitales femeninas. Lo hacen en la boca (incubación bucofaríngea), como sucede en los machos de siluros, cíclidos; o en una especie de marsupio ventral (caballito de mar o Hippocampus).

Los Peces, al igual que muchas aves y algunos mamíferos, efectúan **migraciones** más o menos largas y ligadas a la fase de crecimiento o de reproducción. Se distinguen entre migraciones que se efectúan exclusivamente en el mar (arenques) o en agua dulce (ciertas truchas) se les llama holobióticas; las llamadas anfibióticas se efectúan parte en el mar y parte en el agua dulce: pueden estar relacionadas con la reproducción (puesta en el mar de las anguilas, o puesta en el agua dulce como el salmón), o no relacionadas con la reproducción (mújoles).

45.4. Reproducción y desarrollo embrionario de los Anfibios

Ovíparos. Unisexuales. Dimorfismo sexual, con caracteres sexuales secundarios perennes (cresta del tritón, callosidad del pulgar, etc.) o temporales. Pueden presentarse casos de hermafroditismo parcial (órgano de Bilder de los machos de Bufónidos). Cuando se les suprimen los testículos, este ovario rudimentario se transforma en funcional y es capaz de poner huevos viables.

En los machos hay unión urogenital. Los testículos están en relación con el riñón; el esperma se evacua por los conductos de Wolff. En las hembras los ovarios desembocan en la cloaca por el conducto de Müller, son independientes de los conductos uriníferos. Sus espermatozoides presentan formas muy variadas. En el contorno de la cloaca desembocan las glándulas abdominales, cuya secreción atrae a las hembras.

Tanto los ovarios como los testículos están rodeados por una masa de tejido graso, el cuerpo adiposo, de color amarillo.

La **fecundación** es **externa** en los Anuros, al salir los huevos de la cloaca los machos arrojan sobre ellos su esperma, siendo su comportamiento sexual muy variado. En la mayoría de los Urodelos es semiinterna, los machos expulsan los espermatóforos, que las hembras recogen con los labios de la cloaca. Es interna en los Apodos. En los Urodelos hay antes un auténtico cortejo nupcial. El macho de los Anuros aprieta a la hembra entre sus patas delanteras, y cuando ésta realiza la puesta, riega los huevos de semen.

En muchas especies los huevos están unidos por sustancias mucosas segregadas por los oviductos. Los urodelos lanzan sus huevos al agua aglutinados en paquetes o en rosarios, segregando al mismo tiempo abundante mucus que los rodea y los fija al sustrato. La puesta de los anuros es muy característica. Las de las ranas forman masas gelatinosas que flotan en la superficie. Los de sapo se ordenan en rosarios bajo una envoltura mucosa común. Otros anuros expulsan un mucus fluido que baten con las patas posteriores formando abundante espuma.

Muchos anuros llevan la puesta sobre ellos (Sapo partero o *Alytes obstetricans*). Los huevos expulsados por la hembra son retenidos por las patas posteriores del macho, ahí permanecen durante tres semanas hasta que eclosionan en una de sus muchas inmersiones en el agua.

Los Apodos nunca ponen los huevos sobre el agua, y varios de ellos son ovovíparos. En la salamandra se da un falso viviparismo ya que los espermatozoides, tras la fecundación, permanecen mucho tiempo en la cloaca. Las hembras de algunas especies de anuros incuban los huevos en una bolsa dorsal con abertura posterior.

La eclosión del huevo se hace de distintas formas según el grupo: por digestión de las membranas del huevo, o por rotura mecánica producida por un diente córneo que poseen las larvas, o bien por presión interna.

Los **caracteres sexuales secundarios** pueden ser permanentes (forma y tamaño de la cabeza o del hocico, longitud relativa de los dedos, dentición, tamaño del tímpano, sacos bucales, labios cloacales de los anuros, etc.); o temporales (crestas y/o verrugas cutáneas, filum caudal, velo nupcial muy llamativo, etc.).

45.4.1. La metamorfosis.

Salvo alguna excepción, el recién nacido difiere sensiblemente del adulto. Entre el huevo y el adulto se intercala una fase larvaria. El paso de un estado a otro se efectúa progresiva o bruscamente, y se denomina metamorfosis.

En los **Urodelos** la larva es ápoda al principio, tetrápoda poco después, con la cola bien desarrollada. Detrás de la cabeza hay tres pares de branquias externas. El aparato circulatorio es sencillo y completo. La dentición difiere de la de adulto. La aparición de las extremidades y la regresión de las branquias externas es progresiva.

En los Urodelos, la cola persiste durante toda la vida, aunque no así la aleta caudal que se atrofia en las especies terrestres. Algunos Anfibios presentan una permanente forma larvaria, con capacidad de reproducción, con respiración branquial permanente como los Urodelos: *Necturus*, *Sirem*, *Proteus* o el axolote o ajolote (*Ambystoma*). Son los llamados anfibios Neoténicos.

En los **Ápodos** o Gimnofiónidos, varían mucho de una especie a otras. En el interior del huevo se aprecian, en el embrión, tres pares de branquias externas. Cuando sale de él, sólo se aprecia, en la larva, un orificio o espiráculo a ambos lados del cuello, y un pequeño tentáculo en el rostro.

En los **Anuros**, larva que sale del huevo (renacuajo), tiene una cabeza globosa, tronco muy corto, y cola larga comprimida y rodeada por una aleta. Debajo de la boca tiene una ventosa glandular. Los orificios nasales y los ojos tienen posición lateral y la cloaca se abre en la base de la cola. Las branquias externas iniciales, se atrofian en un momento dado. Después respiran por branquias internas que comunican con el exterior a través del espiráculo.

La duración de la fase larvaria (renacuajo) es de dos a tres meses. La primera manifestación de la metamorfosis es la aparición de las extremidades posteriores, que se desarrollan rápidamente. Mientras se desarrollan se esbozan, bajo la piel, las extremidades anteriores. La piel se vuelve más gruesa y cambia la pigmentación. En el momento que terminan de formarse las patas anteriores, se atrofia la cola y la respiración branquial se sustituye por la pulmonar. Este hecho no falta en ninguna especie que realice la metamorfosis.

La metamorfosis alcanza en los Anuros una gran complejidad, que no es posible, en este tema, considerar en todos sus aspectos. No hay apenas órganos larvarios que no estén afectados por este fenómeno; ya que aparecen nuevos órganos (extremidades, pulmones), se transforman otros (arcos aórticos, esqueleto visceral y musculatura) y se pierden otros (cola, vértebras, branquias, etc.).

La duración de la fase larvaria, y su posterior desarrollo hasta adulto, depende de factores externos como la nutrición y la temperatura, y de los niveles hormonales. El Hipotálamo, mediante neurosecreción, provoca en la hipófisis la secreción de la hormona TH (tirotrópica), esta provoca que el tiroides segregue Tiroxina, que desencadena la respuesta histológica. Mediante la metamorfosis aparecen y desaparecen órganos.

Otras especies son ovovivíparas y tienen un desarrollo directo (Salamandra atra, Pipa pipa, ...).

45.5. Reproducción de los reptiles

Unisexuales, poseen dos gónadas pares. Los dos testículos, redondeados, se sitúan delante de los riñones. El esperma es evacuado por el conducto de Wolff, que actúa como canal deferente, no hay pues unión urogenital. Poseen órganos copuladores evaginables sobre la pared ventral de la cloaca: dos hemipenes en lagartos y serpientes; uno en el resto.

Los ovarios se encuentran en las proximidades de los riñones. Los oviductos se forman a partir de los canales de Müller.

El **dimorfismo sexual** es poco acusado (poros femorales en los machos de Lacértidos, cuernos en camaleón, etc.). En la época de celo suelen aparecer caracteres sexuales secundarios. Muchos machos adquieren vivas coloraciones (**librea nupcial**); en los machos de algunos camaleones aparecen protuberancias en forma de cuernos. En las serpientes hay una danza prenupcial. Los ciclos están regulados por factores neuroendocrinos y ligados a ciclos estacionales.

Los machos de los lagartos Anolis se pavonean entre sí, inflando los brillantes sacos rojizos de la garganta como señal de agresión y para atraer a su pareja. Los machos de los lagartos varanos luchan entre sí al principio de la estación reproductora elevándose sobre las patas traseras.

El acercamiento de los sexos se debe, por regla general, al sentido del olfato. El olor del cuerpo de la hembra atrae a los machos.

La **fecundación es interna**. La mayoría son ovíparos, aunque algunos lagartos y serpientes (víboras, boas, serpientes marinas) son vivíparos. Depositán los huevos, en pequeñas cantidades, en agujeros naturales, o en cavidades que hacen las hembras. Los espermatozoides penetran en el oviducto y fecundan los ovocitos antes de que estén rodeados de albúmina y encerrados dentro de una cáscara córnea más o menos impregnada de caliza.

Una vez que una serpiente macho ha conseguido encontrar a una hembra, se aproxima a ella y la estimula a la cópula pasándole su barbilla por el dorso, mientras sus cuerpos y colas se entrelazan. Durante la estación reproductora se pueden dar luchas entre machos, aunque con frecuencia evitan la lucha haciéndose señales a distancia.

Las tortugas gigantes se aparean por primavera; los machos embisten a las hembras en el costado de la concha como muestra de su interés. A veces la cópula puede durar varias horas.

Los espermatozoides introducidos en el cuerpo de la hembra conservan mucho tiempo su vitalidad, del mismo modo que, una misma hembra, una vez apareada, conserva durante varios años, la facultad de poner huevos que están normalmente fecundados y que dan embriones.

Los **huevos** de la mayoría de los reptiles tienen una cáscara blanda y flexible, aunque otros poseen cáscaras duras parecidas a las de los huevos de las aves. A través de ella se absorben el oxígeno y la humedad necesarios para el crecimiento y desarrollo de las crías, mientras que la yema les proporciona alimento. Las tortugas terrestres, y algunas de agua, ponen huevos de cáscara dura, aunque los de tortugas marinas y ciertos galápagos de agua dulce son blandos.

Una vez puestos los huevos suelen hincharse y ganar peso, al absorber la humedad ambiental. El **período de incubación** varía con la t° ; cuanto más cálido sea el tiempo más rápido será el desarrollo, por lo que los padres suelen escoger lugares de puesta cálidos y ligeramente húmedos. La vegetación acumulada produce calor cuando las plantas empiezan a pudrirse, de ahí que muchas veces se elijen los montones de estiércol como lugares de puesta, especialmente las serpientes de lugares fríos. Cuando **emergen** del huevo los recién nacidos son bastante mayores que los huevos de los que salen ya que conforme se van formando adoptan una postura espiral apretada.

Los lagartos, excepto los gekos, no suelen incubarlos; se dan casos de incubación por las hembras (serpiente pitón). Los caimanes y aligatores amontonan hierba, tierra y hojas muertas para formar un nido en donde depositan sus huevos (de cáscara dura), los cocodrilos y gaviales hacen sus nidos en agujeros del suelo seco y suelto de las playas más o menos expuestas. La vigilancia del nido corre a cargo de la hembra. Todos los huevos de cocodrilo tienen que permanecer calientes ya que el sexo de los recién nacidos está determinado por sutiles cambios de t° en las primeras etapas de incubación. Cuando los huevos han eclosionado los jóvenes emiten fuertes gruñidos hasta que la madre rasga el nido para liberarlos.

Las hembras de las tortugas terrestres hacen un agujero en el suelo, donde entierran los huevos y pueden volver al mismo lugar año tras año. Igual que en los cocodrilos, el sexo está determinado en muchas ocasiones por la t° del período de incubación. Las tortugas marinas son las que más huevos ponen, pero las que menos cuidan de ellos.

Los huevos de los ovovivíparos permanecen en las vías genitales de la madre hasta el término de su desarrollo. Los vivíparos verdaderos son poco numerosos, casi todos saurios australianos.

La eclosión del huevo de las serpientes se produce gracias a un duro diente (**diamante**), provisional, situado en el extremo del hocico, al borde de la mandíbula superior y se desprende algunos días después de la eclosión.

45.5. Aparato reproductor de las Aves

Son ovíparos, unisexuales con fecundación interna.

En los machos los testículos se adosan a los riñones. De cada testículo sale un conducto deferente, paralelo al uréter, que desemboca en la cloaca. Algunas aves poseen una vesícula seminal; otras tienen un órgano copulador o pene medio (Anátidas y avestruces); en el resto de aves el pene solo se manifiesta cuando son jóvenes.

En las hembras, generalmente solo se desarrolla el ovario izquierdo cerca del riñón, le sigue el infundíbulo del oviducto, que desemboca en el útero (glándula de la cáscara) y, posteriormente, en la cloaca.

La **fecundación** tiene lugar, mediante la cópula al ponerse en contacto ambas cloacas. En el ovario empiezan a desarrollarse los huevos (telolecíticos), son recogidos por el infundíbulo del oviducto, por donde avanzan lentamente. El descenso se produce por la contracción de los músculos de las paredes y el

movimiento de las bandas de cilios de sus células. La fecundación se produce en la parte superior del oviducto. La albúmina (clara) procede de la secreción de las glándulas de la parte media, y la membrana de la cáscara y la propia cáscara por la parte posterior del útero, que aumenta de tamaño. Si se le extirpa, a una hembra, el ovario izquierdo, el derecho se desarrolla aumentando de tamaño. Los folículos ováricos sufren atresia con la edad.

El acoplamiento está precedido por una parada nupcial a menudo complicada. El coito, muy corto, dura por término medio quince segundos. Los espermatozoides, poco distintos de los de los mamíferos, conservan largo tiempo su vitalidad y pueden fecundar óvulos varias semanas después del acoplamiento. Algunas aves (Ratites, Anseriformes y otras) están provistas de un pene sujeto a la pared ventral de la cloaca.

El huevo amniótico. En los reptiles aparece por primera vez el huevo, una estructura en cuyo interior se desarrollan envolturas protectoras que rodean y protegen a los embriones: El amnios y el alantoides. En las aves, este sistema se perfecciona, siendo ésta una de las razones fundamentales de su éxito evolutivo. La cáscara es la única diferencia entre el huevo de reptiles y de aves, es apergaminada en los reptiles y calcárea en las aves. También podemos considerar como una diferencia el hecho de que la incubación se produzca raramente entre los reptiles, mientras que es bastante frecuente entre las aves.

La estructura del huevo es la siguiente: Una célula o yema, rodeada de cubiertas accesorias como la cáscara y la clara.

La **yema**, que corresponde al óvulo, presenta una membrana, citoplasma voluminoso con abundante reserva nutritiva (vitelo) y un núcleo (mancha germinativa) que es la zona donde comenzará a formarse el embrión.

El **saco vitelino**, del que se alimentará el embrión hasta el final de su desarrollo, se origina a partir de la yema.

La **cáscara**, es porosa y permite el intercambio de gases entre el embrión y el exterior, y presenta colores muy variados. Está rodeada interiormente por las membranas testáceas, entre las que se forma una cámara de aire en un polo.

El **amnios** es una membrana que aparece al comienzo del desarrollo embrionario. Termina rodeando completamente al embrión, salvo por donde se une al saco vitelino. Esta membrana amniótica está repleta de líquido en el que permanece sumergido el embrión.

El **alantoides**, es otra membrana que se desarrolla junto con el amnios, que desempeña una doble función: a) Actúa como órgano respiratorio, ya que se va extendiendo sobre la cara interna de la cáscara, donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso con el exterior. b) Forma una bolsa que sirve para acumular los residuos metabólicos que origina el embrión.

Al finalizar el desarrollo embrionario, el animal sale del huevo con forma de adulto, sin necesidad de una posterior metamorfosis.

45.5.1. Caracteres secundarios.

Los caracteres sexuales secundarios pueden ser: anatómicos (forma y color de las plumas, pigmentación del pico, buche, espolón, color de los ojos, talla, etc.) y del comportamiento (instinto genésico, agresividad, jerarquía social, canto, migración, etc.).

La **cresta**, en las Gallináceas, está más desarrollada en el macho. Las hormonas masculinas estimulan su desarrollo.

Los **espolones** están muy desarrollados en los machos de las Gallináceas, ya aparecen en los embriones; al igual que la cresta no están sujetos a variación estacional.

Las **crestas**, barbas y espolones, más desarrollados en los machos que en las hembras, sufren pocas o ninguna variación estacional.

El **plumaje** suele presentar los colores más vivos en los machos. Existen aves con dimorfismo sexual permanente (pinzón, mirlo, gallo, faisán, etc.) y otras temporal (Ardeiformes, Paseriformes, etc.). Tanto el macho como la hembra pueden cambiar de plumaje; a veces sólo cambia de plumaje el macho (agachadiza, archibebe, etc.) y otras veces la hembra (gaviota, etc.) estas variaciones de plumaje dependen de la

concentración de testosterona. En algunos casos el plumaje no depende de la concentración de hormonas sexuales (Paloma, cuervos, gorrión, etc.). En las circunstancias en que se da cambio de plumaje se puede hablar de plumaje nupcial y de eclipse.

El **color del pico** es el resultado de la melanina y carotenoides obtenidos de la alimentación. En algunos casos se da cambio de color estacional.

Otras diferencias entre machos y hembras son las de un mayor desarrollo esquelético en los machos, corazón más voluminoso, mayor intensidad metabólica, etc.

La reproducción se realiza en épocas determinadas, para nuestras latitudes en primavera o verano.

45.5.2. El ciclo sexual

El ciclo sexual estacional está muy marcado en las aves salvajes. Casi siempre tiene lugar en primavera, dándose un aumento de volumen de los órganos sexuales y con posibilidad de varias nidadas. El ciclo se puede resumir en los siguientes pasos:

- 1º. Llegada del macho al área de nidificación,
- 2º. Formación de la pareja,
- 3º. Canto y aposentamiento en un territorio individual,
- 4º. Puesta, incubación y cría de los polluelos,
- 5º. partida de las zonas de nidificación.

Se le pueden añadir circunstancias tales como mudas, migraciones, etc. El factor determinante parece ser la cantidad de alimento de los polluelos.

En las regiones templadas del Hemisferio Norte la reproducción tiene lugar en primavera y comienzos del verano; la etapa del reposo sexual se da al final del verano y comienzo del invierno. La duración del ciclo varía en función de que se nidifique una o más veces (en región paleártica que tiene las estaciones cortas suele haber dos ciclos reproductores en primavera y verano. Con la domesticación se puede llegar a suprimir el reposo sexual. Las condiciones ambientales, alimentación y factores genéticos conservados por selección artificial, son los agentes responsables de la transformación del ciclo sexual. En las regiones tropicales con estaciones secas y húmedas suelen nidificar en la estación húmeda, a veces todo el año.

En las regiones frías en toda las épocas del año o cuando los rigores del invierno austral se dejan sentir.

FACTORES QUE CONDICIONAL EL CICLO SEXUAL:

Luz. En muchas aves su aumento desencadena el comportamiento nidificador y genésico. Variando artificialmente las horas de luz estimulan los órganos sexuales. En ocasiones la puesta no se desencadena hasta que los machos estén presentes (efecto de grupo o estimulación psicósomática), por ejemplo en los gorriónes. A veces la luz provoca el efecto contrario a desencadenar una acción frenadora sobre la hipófisis.

El determinismo del ciclo estacional se debe más a **factores endocrinos**:

1. Control de los órganos sexuales por la hipófisis. Las variaciones de la actividad a lo largo del año sigue siempre el mismo ritmo. Este ritmo precisa autonomía y constancia hereditaria. Ej. Las aves del Hemisferio Sur en el Hemisferio Norte, a pesar de esto,
2. La hipófisis es sensible a la luz que recibe, porque el hipotálamo produce más neurosecreción.

La **Temperatura** y el **régimen alimenticio** influyen según el tipo de aves. En general se puede decir que los regímenes ricos en Vitamina E y B₁₂ aceleran el crecimiento y la gametogénesis.

45.5.3. Canto y Territorio

El canto se distingue de otras manifestaciones vocales por su intensidad y repetición. La emisión de gritos simples y variados responden a llamada al resto del grupo, alarma, llamada a los polluelos, etc. Otros

sonidos son para la reproducción. Hay gran variedad de cantos que pueden ser sustituidos por otras manifestaciones sonoras (golpear con el pico, vibraciones de las plumas de la cola, etc.).

La responsabilidad del canto es de la hormona masculina, se emite, sobre todo, al iniciarse la época reproductora; otros lo hacen durante todo el año excepto en la época de muda: El ruiseñor canta desde el momento de llegar al territorio hasta el nacimiento de las crías; el colirrojo canta al establecerse, sobre todo cuando llega la hembra, enmudece cuando la hembra hace el nido, vuelve a cantar en la puesta excepto durante la incubación.

Algunos cantan durante todo el día, otros a ciertas horas (posesión del territorio, llamar la atención de la hembra, etc.). Pueden cantar ocultos o visibles. Una vez constituida la pareja el canto responde a la expulsión de intrusos. En términos generales las hembras suelen cantar menos que los machos. Un ave aislada puede cantar por imitación.

45.5.4. Formación de la pareja. Galanteo y cortejo nupcial

El acusado dimorfismo sexual en la mayoría de las especies facilita su identificación. No obstante existen casos de identificación en ausencia de caracteres sexuales secundarios aparentes. El apareamiento se establece en muchas aves a lo largo de extensos periodos, una vez alcanzada, por los individuos, la pubertad. Hay especies Monógamas (cuervo, corneja, cisne, cigüeña, etc.); parejas que son estables sólo en la época reproductora (Golondrina); la Poligamia es frecuente (pavos reales, aves de corral, avutarda, viudas, etc.), en estos casos el macho no participa ni en la incubación ni en el cuidado de las crías.

Cuando el macho está en una zona y llega la hembra: el macho se le acerca, la hembra muestra indiferencia, el macho se aleja, si la hembra rechaza a otro macho distinto se puede considerar que la pareja se ha formado.

Paradas nupciales: Son muy variadas y es difícil establecer un criterio para clasificarlas. Consisten en diferentes acciones: frotar los picos, entregar ramitas, gestos, danzas, gritos, cantos; otras veces muestran el plumaje, establecen avenidas, para la hembra, de ramitas, etc.; en otros casos hay vuelos prenupciales en zig-zag, etc. Todos estos actos intentan sincronizar los dos sexos, se realizan de forma sucesiva y recíproca: al gesto A del macho, responde la hembra con otro B, al que le sigue otro C del macho, etc. estos comportamientos en cascada son característicos de todos los grupos zoológicos (para ampliar consultar Zoología de Grassé. Tomo 4 pág. 42 y siguientes).

Existen distintas modalidades de ofrendas del macho: regurgitaciones (paloma, graja, etc.) antes del coito o después (estornino, golondrina de mar, etc.; ofrendas de ramitas, briznas de hierba, guijarros, plantas acuáticas, etc.).

Los darwinistas asocian el significado biológico de las paradas sexuales con la selección natural. Pero no siempre está tan claro ya que en paradas colectivas los machos no seleccionan. Las paradas excitan a la hembra y provocan la ovulación (Ej. en las palomas es necesaria la imagen del macho).

45.5.5. Nidos y huevos. Cuidado de las crías

La forma de nidificar y los materiales son caracteres específicos hereditarios. La elección del emplazamiento en unas especies es facultad del macho, en otras de la hembra y otras de ambos. En las especies migratorias lo hace el macho porque llega antes al territorio; en las especies polígamas lo hace la hembra y en los patos ambos.

El nido se suele realizar en dos etapas: la recogida de los materiales necesarios y su montaje como nido. El tiempo dedicado a la recogida es más o menos largo según el lugar donde se encuentran esos elementos. Realizan toda una serie de movimientos específicos para nidificar. Para dar forma a su construcción, se suelen instalar en el centro y giran sobre sí mismas empujando con la pechuga lo que pueda entorpecer sus movimientos. Ese movimiento circular, que da forma al interior del nido, es común a todas las aves.

Para la **construcción del nido** existen distintas modalidades:

- 1) Conjunta (golondrinas, picos, martín pescador, etc.);
- 2) La recogida de materiales es conjunta y sólo construye la hembra (graja);
- 3) El macho aporta materiales y la hembra construye (Columbiformes);
- 4) La hembra lo hace todo (paseriformes);
- 5) Construye el macho y aporta materiales la hembra (fragata);
- 6) Todo lo hace el macho (viudas de Filipinas).

Como herramientas de construcción utilizan el pico y las patas; en cuanto a los materiales y técnicas de construcción son variadísimas:

- Nidos en el suelo o cavidades naturales. En el suelo: ñandú, avestruz, halcón, buitres, Galliformes. El grietas, rocas, cavidades de árboles le añaden plumas y fragmentos vegetales: Grajilla, collalba, pingüino, etc.
- Excavación de madrigueras. Muy difundida: Martín, abejarruco, frailecillo, etc.
- En árboles huecos: Estrigiformes, papagayos, picos, estorninos. El fondo de los huecos lo forran de materiales vegetales. A veces excavan la cavidad y otras tapizan parcialmente las entradas.
- Nidos contruidos: Es el caso más frecuente. Los hacen en el suelo con fragmentos vegetales; en depresiones naturales del suelo o encima fijados por musgo, líquenes, hierbas, hojas, pelos, etc.; las golondrinas utilizan tierra mezclada con saliva, en forma de bolsa, abriéndose hacia abajo o hacia los lados. El tiempo que tardan en la construcción es muy variable, Ej. el águila tarda dos meses.
- Construcciones comunes: Gorrión, pájaros republicanos, etc.

Puesta e incubación

El estado fisiológico de la hembra determina el número de huevos por puesta (Patos 8-12, Perdices 18-22 están entre las especies más prolíficas; las grandes rapaces diurnas solo ponen uno. Normalmente hay una sola puesta anual, a veces dos, pero raramente tres (paseriformes, columbiformes, etc.). Si tras la puesta se le retiran los huevos la hembra continúa la puesta más tiempo del ordinario. La incubación puede empezar a la vez que la puesta (colimbos, ardeiformes, rapaces diurnas, vencejos, etc.) con lo que producen eclosiones escalonadas y desigualdad de pollos de la misma nidada.

Otros no incuban hasta que ha finalizado la puesta con lo que la eclosión es casi simultánea. El huevo desencadena el impulso de incubar a veces objetos inverosímiles como piedras, bombillas, relojes, etc. o bien otros huevos distintos.

Para una buena incubación es preciso que los huevos estén en contacto directo con la piel; la hembra se despluma localmente, pierde la grasa de esas zonas, se vasculariza, la epidermis se adelgaza y aparece levemente hinchada, esto es lo que se llama **Placa incubadora**, su temperatura supera en cinco o seis grados a la temperatura media corporal. El número de placas varía y se encuentra en los distintos sexos; el estradiol provoca su aparición; Los Anseriformes carecen de placas.

Temperatura de incubación

Varía en el mismo huevo según esté o no en contacto con la placa, por eso periódicamente se les da la vuelta.

La incubación la llevan a cabo alternativamente macho y hembra en el 54 % de las familias; solamente los machos en el 6 %; sólo las hembras en el 25 % y hay un 15 % de indecisos.

No siempre la incubación la llevan a cabo los padres: en el pluvial egipcio la incubación durante el día la realizan los rayos solares y por la noche ambos, cuando el sol es muy ardiente los recubre con el cuerpo; el pavo del matorral (Australia) pone los huevos sobre restos orgánicos en fermentación.

La duración de la incubación es variable: en los pájaros pequeños menos de dos semanas; en palomas y tórtolas entre 13 y 17 días; las gallinas 21 días; el avestruz 42, etc. Cuando pesa menos el huevo es cuando está a punto de eclosionar debido a la evaporación del agua y al desprendimiento de los gases respiratorios, suele perderse un 10 % del peso.

Eclosión

Es el polluelo el que la provoca por sus propios medios rompiendo la cáscara: mediante el "diamante" que es una eminencia cónica en la mandíbula superior y el "músculo de la eclosión" en la región dorsal de la cabeza y cuello (cubrenuca). este músculo le permite dar violentos picotazos y romper la cáscara con el diamante. Ambas formaciones desaparecen posteriormente. La duración de la eclosión es variable y durante este tiempo los padres observan pero no intervienen, las cáscaras o se la comen o la depositan en el nido.

Los polluelos nacen con distintos grados de desarrollo:

NIDÍFUGOS: Capaces de andar y alimentarse por sí mismos (Galliformes, anseriformes).

NIDÍCOLAS: Poco desarrollados, con pocas plumas y cerebro poco desarrollado. Se dice de los nidícolas que son "las máquinas animales" que fabrican materia viva con el mejor rendimiento y mayor rapidez (garza real pasa de 40 grs. a 1.600 grs. en 40 días; el cuco pasa de 2 grs. a 100 grs. en 3 semanas). Su anabolismo es tan elevado que algunas crías pesan más que el adulto (pelícanos, golondrinas, lechuza). El tiempo que tardan en volar varía en las distintas especies. El plumaje va variando con la edad.

Cuidado de las crías

Las especies nidífugas permanecen cerca de los padres porque necesitan calor, para lo que la hembras los recubre con su cuerpo. la crianza la lleva a cabo unas veces la hembra y a veces ambos; en este caso la prole se la dividen en lotes.

Las especies nidícolas tienen una dependencia absoluta de sus padres, para mantener la temperatura, para su alimentación que a veces toman elaborada; Ej. Buche de las palomas (contiene caseína). La limpieza de los nidos corre a cargo de los padres.

Ha especies parásitas como Cucos, Ploceidos (Paseriformes) y algunos patos que se aprovechan de otras aves para la construcción del nido y la incubación. El cuco parasitiza a 125 especies de Paseriformes.

45.6. Aparato reproductor de los Mamíferos

En el embrión existe un cierto hermafroditismo, ya que coexisten los oviductos y los espermiductos. Pero a lo largo del desarrollo, según el sexo citológico y la naturaleza de las hormonas, cambia. En los machos, los canales de Müller se atrofian. Los conductos de Wolff se transforman en el **epidídimo** (donde se almacenan los espermatozoides) y en el conducto deferente. En la base de la uretra se encuentra la glándula prostática.

Los **testículos** pueden tener distinta localización; en los Monotremas, Sirénidos y Elefantes, son abdominales; en los Cetáceos pélvicos, y en el resto se encuentran fuera de la cavidad abdominal, envueltos en el saco cremastérico. Todos presentan pene, a veces con un hueso peneano cartilaginoso (Rumiantes) u óseo (carnívoros, quirópteros, insectívoros) alojado en el glande y que se prolonga por los cuerpos cavernosos. La producción de espermatozoides es continua.

En las hembras los conductos de Wolff desaparecen. Los segmentos anteriores del canal de Müller se transforman en las **trompas uterinas**, que se abren a la cavidad visceral, en las proximidades de los dos **ovarios** (en los Monotremas el derecho está atrofiado). Los segmentos posteriores no se modifican en los Monotremas; en los Marsupiales, cada uno de ellos, independientemente, se diferencia en un útero musculoso y en una vagina; en los Mamíferos superiores, se fusionan los dos canales, formando así un sólo útero y una sola vagina. La vagina comunica al exterior por la vulva, compuesta por labios mayores, menores y clitoris (muy desarrollado en Quirópteros y Roedores).

La producción de óvulos obedece a un ciclo regular (**menstrual**), cuya duración varía con la especie. Los espermatozoides depositados en la vagina llegan al útero y penetran en las trompas, llegando cerca del ovario. En los monotremas la fecundación se realiza en las trompas, antes de que el óvulo, como en los Reptiles, se rodee de albúmina y de su cáscara córnea. El resto la fecundación sucede en las trompas de Falopio. El huevo fecundado es conducido hasta el útero por los movimientos de los cilios vibrátiles que recubren el epitelio de las trompas y por las contracciones peristálticas de las paredes de éstas. Los espermatozoides no pueden fecundar más que después de haber permanecido cierto tiempo en las trompas, donde acaban de madurar. Cuando el óvulo (oligolecítico) ha sido fecundado, se fija en la pared del útero.

Existe un acusado dimorfismo sexual entre machos y hembras.

Los **Monotremas** son ovíparos; algunos Marsupiales ovovivíparos, pero la mayoría son vivíparos. Las crías nacen bien formadas y, en muchas especies, son capaces de ponerse en pie y caminar a las pocas horas de nacidos.

Los Monotremas (ornitorrinco, equidna) ponen huevos blancos y correosos, eclosionan al cabo de dos semanas de haber sido puestos. La cría se nutre lamiendo la leche materna que mana de unos grandes poros que hay en la piel de la madre, ya que la madre carece de pezones.

En los **Marsupiales** el período de gestación es muy corto y el embrión nace en un estado tan precario que la madre debe colocarlo en la bolsa marsupial.

En los machos el escroto se sitúa por delante del pene. En algunas especies el uréter comunica con el recto, por lo que el pene sólo evacua esperma.

La anatomía de los genitales femeninos de los marsupiales es muy variada, fuera del alcance de un tema general como es éste. Su particularidad más importante es la de presentar un ciego vaginal al plegarse en U los conductos de Müller o oviductos. Cada conducto forma un pequeño útero. Los embriones que se han desarrollado en los úteros no salen por vía natural (vaginas laterales), sino por una pseudovagina situada junto al seno urogenital.

La duración de la gestación es breve. La cría vive solamente cinco semanas en el útero materno; cuando nace mide sólo unos dos o tres cm., carece de pelo, es ciega. Los prematuros recién nacidos (**larvas marsupiales**) continúan su desarrollo dentro de la bolsa marsupial, agarrados a un mamelón de la madre. El aumento de peso es rápido. La bolsa marsupial actúa, por tanto, como matriz exterior donde la cría completa su crecimiento; la cría deja la bolsa al cabo de unos nueve meses, aunque seguirá mamando hasta los doce meses.

La **bolsa marsupial** está sostenida por dos huesos marsupiales. En las especies saltadoras y arborícolas, la bolsa se abre por delante; en la corredoras, se abre a menudo por detrás. En algunas especies, está reducida a un repliegue de la piel, y en otras, desaparece. El número de mamas es variable, así como el de períodos reproductores anuales.

La leche de los marsupiales difiere en su composición de la de los Euterios. La primera leche segregada es un líquido seroso y fluido pobre en lípidos: La "segunda leche" no contiene tanta lactosa como en los euterios, variando mucho el contenido en grasa a lo largo de la ontogénesis así como la relación Na/K. Ambos tipos de leche no son segregadas por las mismas mamas.

En los **Euterios** el embrión y su madre están unidos por la placenta (situada en la pared del útero), que asegura la alimentación y respiración del feto a través del cordón umbilical. La placenta consta de las vellosidades corionales, el alantoides y la pared uterina (es un órgano mixto). Puede ser difusa y uniformemente desarrollada (perisodótilos y Cetáceos), o múltiple (rumiantes). La placenta puede conservarse intacta durante toda la gestación, sin que haya hemorragia en el parto (indecidua) como en los Perisodótilos, Cetáceos, Paquidermos, Carnívoros, Lemúridos, Folíidos, etc.; o se va destruyendo parcialmente por las vellosidades coriales, provocando hemorragia en el parto, como en los Roedores, Primates (excepto Lemúridos), Insectívoros, Quirópteros, y en parte, los Carnívoros (decidua). En los Proboscídeos y Carnívoros, la superficie del útero en contacto con la placenta es renovada después del parto, pero no se trata de una verdadera decidua.

La **placenta** desempeña una serie de funciones entre las que destacamos: Glucogénica (acumula glucógeno hasta que puede hacerlo el hígado del feto), producción de enzimas y de vitaminas, producción de colina, producción de hormonas y mantenimiento del embarazo (foliculina y progesterona), sustancias análogas a la ACTH, excreción de los productos del metabolismo.

El **cordón umbilical** es un cordón blanco lechoso, cilíndrico, de longitud variable que se inserta por un lado a la placenta y por el otro extremo al ombligo fetal. Contiene el alantoides o lo que queda de él. Está recorrido por dos arterias y por una vena. Externamente está revestido por el amnios.

La duración de la gestación varía mucho; 21 meses para el elefante, 5 en la cabra, 2 en el perro, etc. El momento del nacimiento resulta peligroso para la madre y las crías, ya que no pueden huir rápidamente y el olor de los fluidos que se producen durante el parto pueden delatarlos. El parto es, generalmente, un acontecimiento que la madre prefiere vivir sola; incluso en animales que viven en grupo.

La ventaja del **viviparismo** es el estado de madurez bastante avanzado con que nacen las crías. Las crías recién nacidas precisan ciertos cuidados y una alimentación adecuada, que consiste en la leche segregada por las glándulas mamarias que posee la hembra.

Las **glándulas mamarias**, característica taxonómica del grupo, se parecen a las glándulas sudoríparas y parecen en dos líneas paralelas a lo largo del abdomen de la hembra. Las hembras de perros y gatos tienen varias glándulas y varios pezones a cada lado; en los ungulados están próximas a las patas posteriores. En los primates se sitúan en el pecho.

Durante la gestación, las glándulas mamarias se hacen más voluminosas bajo la influencia de las hormonas (estrógenos y progesterona). La prolactina estimula la secreción de leche, así como la oxitocina que se segrega tras el parto.

El hecho de que el embrión se encuentre protegido durante su desarrollo, permite mantener aproximadamente constante el número de individuos de la población con una descendencia menos numerosa que otros vertebrados. La permanencia de los padres con las crías, mejora el aspecto de la seguridad. Además entre la madre y las crías durante un tiempo relativamente largo, crea unos vínculos que son inexistentes o están mucho menos desarrollados en otros grupos de animales.

En comparación con los demás animales, los mamíferos dedican a las crías mucha atención y gran cantidad de esfuerzo. Se les limpia, se les alimenta, se les mantienen calientes, se les protege, se les enseña y en general se les cuida hasta que han crecido y son autosuficientes. Sin embargo, la cantidad y calidad de cuidados que los padres dedican a sus crías varía de unos mamíferos a otros. La musaraña deja a las crías en un nido en cuanto han nacido y sólo vuelve a verlas una vez cada dos días.

Las sociedades de mamíferos

La socialización es un fenómeno esporádico con modalidades muy variables. No ha seguido una evolución continua, a lo largo de todo el árbol genealógico animal. De modo que la clasificación aquí adoptada es una ordenación provisional en función de proceso reproductor y posterior cuidado de las crías.

Sociedades unifamiliares. Constituidas por una sola pareja y sus crías. Casi siempre es estacional ya que una vez criados los pequeños, los padres se separan; puede que en la siguiente estación el macho se aparee con una hembra distinta. Ej. zorro (*Vulpes vulpes*), tejón (*Meles meles*), lobo (*Canis lupus*), etc.

Sociedades plurifamiliares. Varias familias se reúnen y forman un grupo en el cual las parejas permanecen estables. Ej. marmota.

Sociedades unisexuales. Se caracterizan por la formación de grupos compuestos por individuos del mismo sexo (varias especies de Artiodáctilos). Fuera del período reproductor, los machos se separan de las hembras y constituyen entre sí un pequeño grupo; por su parte, las hembras se comportan de la misma manera, pero conservan con ellas a las crías. Ej. la cabra montés (*Capra aegagrus ibex*).

En el momento de la reproducción, las manadas de machos y de hembras se mezclan y permanecen unidas durante la estación de apareamiento. Los jóvenes, machos y hembras, de un año de edad aproximadamente, son expulsados por las madres gestantes; constituyen grupos temporales que se unen a las manadas de hembras después del parto.

Sociedades bisexuales. Machos y hembras de todas las edades están mezclados en el seno de la misma sociedad. Típicas de varias especies de grandes herbívoros. Pueden comportarse como:

- a) **Reproducción monógama.** Ej. Bisonte (*Bison bison*). La conducta del rebaño depende de los machos. Éstos, en la época de celo, forman parejas que se aíslan más o menos.
- b) **Reproducción en la promiscuidad.** Una misma hembra puede ser cubierta, varias veces consecutivas, por machos distintos. Con frecuencia cada macho puede cuidar de varias hembras sin llegar a formar ni parejas ni harenes. Ej. carneros salvajes (distintas especies del género *Ovis*).
- c) **Reproducción polígama.** La sociedad comprende un macho dominante y hembras acompañadas de sus crías: este grupo constituye un harén. Propio de équidos y Hemionus.