

Tema 44. Organos y funciones de relación en los vertebrados

1º E.S.O. Bloque 3. Tema 7 1º Bachillerato. Bloque 8.
--

44.1. Introducción

44.2. Formaciones esqueléticas

44.2.1. Esqueleto apendicular de Peces

44.2.2. Esqueleto apendicular de Anfibios y Reptiles

44.2.3. Esqueleto apendicular de la aves

44.2.4. Esqueleto apendicular de los mamíferos

44.3. Sistema muscular y locomoción. Metamerización.

44.4. Sistema nervioso

44.4.1. Sistema nervioso y órganos de los sentidos de los peces

44.4.2. Sistema nervioso y órganos de los sentidos de Anfibios

44.4.3. Sistema nervioso y órganos de los sentidos Reptiles

44.4.4. Sistema nervioso y órganos de los sentidos Aves

44.4.5. Sistema nervioso y órganos de los sentidos de los mamíferos

44.5. Sistema hormonal

44.4.5. Los fenómenos sociales en los mamíferos euterios

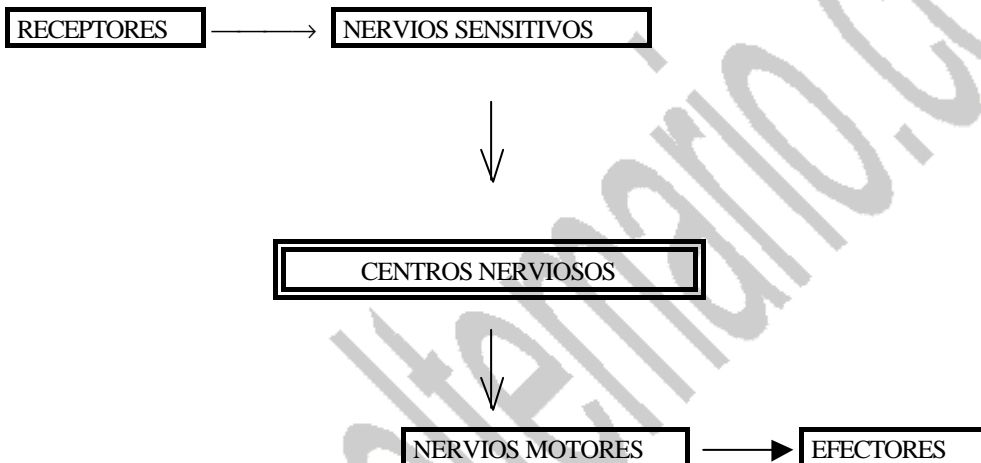
44.1. Introducción

Las funciones de relación son el resultado de la actividad del conjunto de sistemas que ponen en contacto al individuo con su medio ambiente, interno y externo, con el fin de recibir de ellos la máxima información que permita responder de la manera más ventajosa para la supervivencia.

En el curso de la evolución los seres vivos han ido desarrollando estructuras nuevas para adaptarse cada vez mejor a las condiciones impuestas por el ambiente. El tamaño del animal, el medio donde vive y el modo de vida son tres factores decisivos en el grado de complejidad alcanzado por los organismos. Esta complejidad no sólo supuso cambios en la morfología, sino también en los procesos fisiológicos, modificaciones que precisaron de sistemas que **coordinarán** entre sí estos procesos e informaran de las características y variaciones, tanto del medio interno como externo.

Estos sistemas son el sistema nervioso y el hormonal o endocrino, que aunque distintos, se encuentran muy interrelacionados. Las respuestas de los organismos a los estímulos ambientales externos dan lugar al comportamiento, mientras que las respuestas a las variaciones del medio interno permiten el mantenimiento del equilibrio mediante acciones de tipo fisiológico y constituyen la homeostasis.

Podemos considerar que las funciones de relación responden al siguiente esquema de funcionamiento:



Por lo tanto procede el estudio, no sólo del Sistema nervioso (central y periférico) de los vertebrados y de los órganos de los sentidos (receptores), sino también de los efectores: glándulas y sistema locomotor (esqueleto apendicular y musculatura)

En términos generales, la complejidad y adaptabilidad del comportamiento están relacionados con el grado de perfección del Sistema Nervioso. Los tipos superiores de aprendizaje se encuentran en los mamíferos con un desarrollo completo del córtex cerebral. No obstante es equivocado pensar que todas las formas de comportamiento de los animales superiores son complejas, como demuestran la existencia de los actos reflejos.

44.2. Formaciones esqueléticas

El esqueleto de los vertebrados es un armazón interno que sirve de soporte al organismo y además protege algunas partes blandas y delicadas. Desempeña, así mismo, un importante papel en el movimiento, porque está articulado y sirve de base para la inserción de los músculos, que son los órganos activos de ese movimiento.

Su origen es mesodérmico, pudiéndose distinguir un *dermatoesqueleto* cutáneo, como las escamas de los peces, escudos o los huesos cutáneos de la bóveda craneal, con osificación endocondral; y un *endoesqueleto* o esqueleto interno (columna vertebral, extremidades, etc.). En el endoesqueleto los huesos están articulados. Las articulaciones pueden ser: fijas (sinartrosis), móviles (diartrosis) o semimóviles (anfiartrosis). La osificación se origina a partir del tejido conjuntivo fibroso, dando primero tejido

cartilaginoso y, tras una osificación endocondral, el tejido óseo. Durante el desarrollo embrionario el esqueleto suele ser cartilaginoso.

A la hora de estudiar el esqueleto podemos distinguir tres partes: Esqueleto cefálico (no es objeto de tratamiento en éste tema por no estar implicado directamente en las funciones de relación); Esqueleto axial o del tronco (tampoco), y el Esqueleto apendicular que, por formar las extremidades, interviene directamente en el movimiento.

Esqueleto apendicular (básico en el movimiento y por tanto en las funciones de relación).

Formado por el esqueleto de las extremidades anteriores y posteriores. Cada extremidad consta de dos partes: la cintura o cingulo y la extremidad propiamente dicha. La *cintura* une a la extremidad con el esqueleto axial.

Las extremidades pueden ser de *tipo aleta* (Pterigio) o de *tipo quiridio* (pata o mano). La *cintura escapular* une a las extremidades anteriores con la columna y la *pélvica o pelviana* a las posteriores con dicha columna.

El esqueleto de *tipo aleta* está formado por una serie de varillas óseas o cartilaginosas dispuestas a modo de abanico. Las hay impares (Dorsal, caudal y anal), cuyos radios o varillas se articulan en las apófisis ventrales (hemales) de las vértebras; y las pares (torácicas y ventrales o abdominales), cuyas varillas o radios se articulan con las cinturas. La aleta caudal puede tener formas distintas.

El esqueleto de las extremidades tipo quiridio o pata comprende las cinturas y la extremidad propiamente dicha.

Las *cinturas escapulares* se componen de tres huesos: *clavícula o Cleitro*, *escápula* y *coracoides* (este último en el hombre se suelda a la escápula u omóplato). Las pelvianas o abdominales, forman la cadera y se componen de dos grandes huesos denominados coxales, que se articulan en la región sacra. Cada coxal está formado a su vez por tres huesos planos íntimamente unidos entre sí: el íleon, el isquion y el pubis.

La extremidad propiamente dicha comprende, tomando como referencia a un animal pentadáctilo: a) *Estilopodio* formado por huesos largos como el húmero o el fémur; b) *Ceugopodio* formado por dos huesos largos, paralelos, como son el Radio y la ulna (cúbito), o la tibia y la fíbula (peroné); c) el *Autopodio* que forma la mano o el pie, en el que se distinguen numerosos huesos: el Basipodio formado por los huesos del carpo o tarso (carpianos o tarsianos), el Metapodio formado por los metatarsianos o metacarpianos, y el Acropodio, formado por los dedos (falanges).

44.2.1. Esqueleto apendicular de Peces

La cintura anterior o escapular y la posterior o pelviana están representadas en los Elasmobranquios por simples cartílagos, y en los Teleósteos por un conjunto de huesos. La primera sostiene las aletas pectorales y la segunda las ventrales o abdominales. Las cinturas no tienen una posición fija. En muchos peces óseos las aletas abdominales están en posición pectoral e incluso por delante de las aletas pectorales. No suelen unirse a la columna vertebral, y se le suelen dar distintas denominaciones según su localización: Abdominales (si están detrás de las pectorales); torácicas (si están debajo) y yugulares (si están delante).

En los peces óseos las aletas pectorales se sitúan tras los opérculos, y la cintura torácica o escapular se une al cráneo; estas aletas son radiadas (**Actinoptergios**). Las aletas impares, cuyo número varía normalmente tres (dorsal, caudal y anal), son repliegues tegumentarios sostenidos por radios cartilaginosos u óseos, que se transforman a veces en espinas. En los peces óseos están sostenidas por huesos radiales soldados a la neuroapófisis o hemapófisis de las vértebras, mediante radios blandos o espinosos.

La *aleta caudal*, según su forma, se clasifica en: Dificerca (rodea simétricamente la columna vertebral, terminando en punta o en dos lóbulos iguales); Heterocerca (compuesta por dos lóbulos desiguales); Homocerca (cuando la forman dos lóbulos iguales). La de los Dipnoos recibe el nombre de Gefirocercia.

44.2.2. Esqueleto apendicular de Anfibios y Reptiles

La cintura escapular alcanza un gran desarrollo. Está formada por una lámina cartilaginosa o parcialmente osificada, a cada lado del animal. Se distingue en su parte dorsal la escápula u omóplato y, a veces, una supraescápula; y en su parte ventral, el coracoides y el procoracoides. Estas tres piezas forman la cavidad glenoidea, en donde se articula la cabeza del húmero. Esta cintura, en los anuros, posee una clavícula que está unida al esternón, el cual tiene una prolongación hacia delante (homosternón).

La cintura pélvica es el resultado de la fusión del íleon, isquion y pubis en un sólo hueso. El autopodio de los miembros anteriores nunca lleva más de cuatro dedos, en las posteriores cinco. Las extremidades posteriores pueden faltar en algunos Urodelos. Los Ápodos además de carecer de extremidades carecen de cinturas. En ellos la locomoción se verifica por ondulaciones horizontales del cuerpo, sirviendo la extremidad de los Urodelos sólo como punto de apoyo. En los Anuros, la locomoción, se realiza fundamentalmente con las patas posteriores, adaptadas al salto, la natación, o para trepar.

Los reptiles son tetrápodos, pentadáctilos, extremidad de tipo quiridio. Los huesos de las cinturas se corresponden con los descritos para los anfibios. En algunos pese a atrofiarse las extremidades, permanecen las cinturas (serpiente cristal). En otros, como serpientes, las cinturas también desaparecen.

44.2.3. Esqueleto apendicular de la aves

Extremidad de tipo quiridio. En la cintura escapular la escápula se alarga en forma de espada. Los huesos coracoides, se fijan en el esternón. Las clavículas están soldadas por delante y forman una especie de horquilla o *fúrcula* que mantiene separadas las articulaciones de las dos alas, y cuyo vértice se puede unir al esternón.

Los miembros anteriores se transforman en *alas*. Contienen el húmero, cúbito y radio. El resto de huesos están muy modificados, diferenciándose sólo dos huesos del carpo y tres dedos (I,II,III): uno, muy pequeño, en el borde del ala, y otros dos, más largos, que se prolongan con el carpometacarpiano (formado por tres huesos metacarpianos y dos del carpo). Las plumas remeras más externas o primarias se insertan en los dos dedos más largos y en el carpo-metacarpo. Un ligamento común, que va desde la punta de la mano hasta el húmero, las mantiene a igual distancia unas de otras. Las remeras secundarias se insertan en el cúbito y en el radio.

El ángulo formado por el cúbito y el radio con el húmero está cubierto por una membrana patagial cubierta de plumas, que aumenta la superficie del ala.

La cintura pelviana tiene forma de silla de montar, ampliamente abierta en su parte ventral, lo cual permite el paso fácil de los huevos de las hembras. Cada mitad está formada por tres huesos: íleon, isquion y pubis; este muy alargado. En el punto de unión de los tres existe una cavidad (acetábulo), en la que se articula el fémur. El fémur de las extremidades posteriores está adosado a las costillas y sin formar, visiblemente, parte de la pata, lo cual permite mantener el cuerpo erguido y conseguir un equilibrio permanente. La tibia y el peroné, un tarso-metatarsiano (hueso de la carrera) y las falanges de dos a cinco dedos, forman la auténtica extremidad posterior. La tibia y el peroné son delgados, paralelos y se sueldan formando (Tibiotarso). Tienen rótula en la articulación femoral tibiotarsal. Los dedos (II,III y IV) se suelen unir al hueso de la carrera, el I, si existe, se une a otro metatarsiano.

La disposición relativa de los dedos tiene un cierto interés sistemático distinguiéndose los siguientes tipos de extremidades posteriores:

- *Anisodáctilas*. El dedo I está dirigido hacia atrás.
- *Cigodáctilas*. El I y el IV hacia atrás.
- *Heterodáctilas*. I y II hacia atrás.
- *Sindáctilo*. II y III soldados en la base.

En los que pisan terrenos firmes los dedos tienden a acortarse y reducirse. En las aves corredoras hay un alargamiento de la tibia y del tarso-metatarsiano. En las acuáticas suelen aparecer membranas interdigitales. Las depredadoras tienen las patas cortas, pero provistas de poderosas garras prensiles. Entre las distintas adaptaciones de las patas distinguimos: Zancudas, prensoras, Palmeadas (todos los dedos con membrana interdigital) o Hemipalmeadas (queda libre el I), etc.

44.2.4. Esqueleto apendicular de los mamíferos

El modelo es el de los animales tetrápodos, con extremidad de tipo quiridio. Las extremidades de los mamíferos están adaptadas a los más diversos medios, y así, los hay marchadores con las cuatro patas

igualmente desarrolladas; saltadores, como los canguros o los conejos con patas posteriores largas y potentes; voladores, como el murciélago con las extremidades anteriores adaptadas al vuelo; nadadores, como los Cetáceos, cuya extremidad tiene forma de aleta; zapadores, como el topo, con las patas anteriores como palas excavadoras; trepadores, como los Primates, con las extremidades prensiles. El hombre ha liberado las extremidades anteriores del apoyo en el suelo, manteniendo el cuerpo recto y apoyando sólo las posteriores (estación bípeda) a la par que, como los demás Primates, ha logrado oponer el dedo pulgar de la mano a los otros cuatro.

La cintura escapular la constituye una escápula dorsal (omóplato) sobre la que se articula una clavícula ventral que se une al esternón. La clavícula falta en muchos mamíferos (Carnívoros, Ungulados, Cetáceos, etc.), es decir en aquellos en los que las extremidades anteriores tienen un movimiento pendular anteroposterior. El coracoides sólo se encuentra en los Monotremas, en los cuales se une al esternón. En el resto de las especies queda reducido a la apófisis coracoides de la escápula.

La cintura pélvica está formada por el íleon, el isquion y el pubis que se unen con el sacro para formar la pelvis; el pubis se une, por delante, por la sínfisis ventral. Los Monotremas y los Marsupiales tienen además los huesos marsupiales, que sostienen la bolsa marsupial.

Las extremidades anteriores y posteriores tienen una organización esquelética semejante, su estructura varía con las especies.

Los Cetáceos y Sirénidos carecen de extremidades posteriores, y las anteriores se acortan, a pesar de que las falanges son muy numerosas. En los Quirópteros los dedos de las extremidades anteriores se alargan mucho.

Los Mamíferos que al andar apoyan toda la planta del pie se llaman *plantígrados*; los que se apoyan sobre los dedos, *digitígrados*, y los que caminan sobre las puntas de los dedos, *ungulígrados*.

Es interesante la reducción que experimentan los dedos de los Mamíferos. Los que con más frecuencia se atrofian son el I y el V. En los **Perisodáctilos**, el eje de la extremidad pasa por el dedo III, que adquiere un gran desarrollo (tipo mesoaxón), el II y el IV o faltan o se desarrollan menos que el III. El tapir posee cuatro dedos en las extremidades anteriores y tres en las posteriores; el rinoceronte tres en cada uno de los miembros, y el caballo, uno en cada extremidad.

En los **Artiodáctilos**, el eje de la extremidad pasa entre el III y IV dedos, que son los más desarrollados (tipo paraxón). El primer dedo falta siempre. Las últimas falanges están revestidas por el estuche córneo de la pezuña. En los Primates la mano es prensora. En algunas especies, también es prensil el dedo del pie.

44.3. Sistema muscular y locomoción. Metamerización.

El sistema muscular de los vertebrados está constituido por una serie de piezas, los músculos, que por su capacidad para contraerse, son los responsables del movimiento. Podemos hablar de una musculatura *somática* y de otra *visceral*. La mayoría de los músculos somáticos y algunos viscerales (corazón) son de fibra estriada, muchos de los viscerales son de musculatura lisa.

La distribución metámerica de los músculos (miómeros separados por mioseptos) aún se conserva en los peces, sobre todo en el tronco y la cola, pero va desapareciendo progresivamente.

La musculatura de los **peces** resalta por el gran desarrollo que adquiere la musculatura del tronco y de la cola, y el poco desarrollo de la musculatura de las aletas. La musculatura del tronco está formada por cuatro masas, dos dorsales (epiaxiales) y otras dos ventrales (hipoaxiales). Un corte transversal muestra las masas musculares divididas en coronas concéntricas (Ej. una rodaja de merluza). Los peces se desplazan, curvándose, por contracción alterna (derecha e izquierda) de la musculatura del tronco y de la cola.

En la musculatura de los **terrestres**, hay una profunda modificación de la disposición metamérica, que apenas si se conserva en unos pocos músculos (intercostales) y adquiere un gran desarrollo la musculatura de las extremidades. Las extremidades y sus músculos tienen diferente disposición según el tipo de locomoción (paso, trote, vuelo, salto, etc.). De acuerdo con estas modificaciones los músculos dejan de tener todos el mismo aspecto y se pueden distinguir en ellos tres tipos de formas:

Fusiformes, en forma de huso, abultados en el centro y adelgazados en los extremos, que acaban en cordones resistentes y de color blanco (tendones), con los que el músculo se une al hueso. Músculos **planos**, con fibras en abanico o paralelas, unidos a los huesos por unas láminas que son como una continuación de la envoltura del músculo (aponeurosis). Músculos **orbiculares**, en forma de anillo que rodea orificios (esfínteres, etc.). Algunos músculos, como el diafragma, sólo se encuentra entre los Mamíferos.

La fibras musculares, de tipo estriado, tienen como unidad funcional el *sarcómero*, y podemos diferenciarlas en dos tipos: la roja, que cataboliza grasas, requiere mucho oxígeno; y la blanca, que cataboliza hidratos de carbono, imprescindible para los esfuerzos cortos e intensos. Los mamíferos presentamos de los dos tipo, en las aves (pollo) la roja suele estar en los muslos.

La musculatura de las extremidades de las aves está muy desarrollada, sobre todo en las especies voladoras y las corredoras. En las Gallináceas (pollos y pavos) los músculos pectorales (pechuga) están muy desarrollados; pudiéndose distinguir dos pectorales mayores, a ambos lados de la quilla o esternón, que llegan hasta el húmero. Debajo tienen dos pectorales menores, cuyo tendón se inserta en el húmero. Son músculos pares, simétricos y antagónicos.

La musculatura del tronco de los mamíferos, inicialmente metamérica, va desapareciendo potenciándose la musculatura de las extremidades.

44.4. Sistema nervioso

De origen ectodérmico, ocupa *posición dorsal*. Se origina a partir de una invaginación del ectodermo en la región dorsal del embrión, inicialmente en forma de surco (surco neural), cuyos bordes se fusionan para dar origen al tubo neural o neurotúbulo, que es un tubo hueco en posición dorsal y dispuesto a todo lo largo del animal. El tubo neural se abre al exterior por dos neuroporos, que con el desarrollo también acaban cerrándose. A partir del *tubo neural* se originarán, por medio de modificaciones más o menos profundas, el encéfalo y la médula espinal.

El neurotúbulo es al principio una estructura hueca y sin ningún tipo de protección. Con el desarrollo se va obliterando, a la vez que es envuelta por las estructuras esqueléticas (neuroapófisis de las vértebras y los huesos del cráneo). La obliteración no es absoluta, permaneciendo un pequeño conducto central denominado epéndimo o conducto endimario.

La **médula** es la parte menos especializada del Sistema Nervioso Central de los Vertebrados, se presenta como un cilindro envuelto por una gruesa pared membranosa y recorrida en su interior por el epéndimo. De sus paredes laterales salen los **nervios espinales o raquídeos**, uno a cada lado y dispuestos metaméricamente. Estos se originan en dos raíces, una ventral (para la salida de las neuronas motoras o eferentes) y otra dorsal (para la entrada de las neuronas sensitivas o aferentes). La distribución de las neuronas en la médula no es uniforme, distinguiéndose una zona con mucha densidad neuronal (sustancia gris) y otra con menor densidad de cuerpos neuronales y más de axones (sustancia blanca); esta rodea a aquella.

El **encéfalo** se origina a partir de la porción anterior del tubo neural. En los estados iniciales del desarrollo se aprecia una dilatación anterior del tubo neural o vesícula encefálica, que origina posteriormente dos regiones, denominadas *Arquiencéfalo* y *Deuteroencéfalo*. Por transformación de éstas se formarán tres regiones del encéfalo conocidas como **prosencefalo** (encéfalo anterior), **mesencefalo** (encéfalo medio) y **romboencéfalo** (encéfalo posterior). En el encéfalo, la sustancia gris está situada externamente y la blanca se encuentra internamente. De diferentes regiones encefálicas parten pares de nervios (10 en Anamniotas y 12 en Amniotas), llamados nervios craneales.

En el prosencefalo se distinguen dos regiones: una anterior o **telencefalo** (muy desarrollada en los mamíferos), que contienen, entre otros, a la corteza cerebral; y otra posterior o **diencéfalo**, en este se encuentra, entre otros el hipotálamo. En el techo del diencéfalo o epitálamo está la glándula pineal, que en algunos vertebrados inferiores (agnatos, anfibios, reptiles) llegó a formar un ojo impar.

En los vertebrados inferiores, el mesencefalo es el centro integrador de mayor importancia.

El **romboencéfalo** se divide en **metencefalo** o parte anterior y **mielencefalo** o parte posterior. El metencefalo, en los vertebrados menos evolucionados se relaciona con los reflejos posturales y el

equilibrio, en los mamíferos coordina los movimientos voluntarios gracias al desarrollo de su pared dorsal (cerebelo). El mielencéfalo o bulbo raquídeo tienen acúmulos neuronales que actúan como diminutos centros de control de importantes funciones viscerales automáticas (ritmo cardíaco, respiración, etc.)

A partir del Sistema Nervioso Central se origina el **Sistema Nervioso Periférico**, que está encargado de conectar todos los efectores y receptores del organismo con los centros nerviosos. La mayor parte está constituido por nervios craneales y espinales.

En algunos vertebrados de médula espinal corta (anuros) sólo hay diez u once pares.

Existe un Sistema **Nervioso Autónomo** o **Vegetativo** que regula la actividad de la musculatura lisa, de ciertos tipos de musculatura estriada (cardíaca) y las glándulas. Rige, pues, todas aquellas estructuras que están bajo control involuntario. Los centros superiores de control de este sistema nervioso se localizan en el hipotálamo.

Los **receptores sensoriales** de los vertebrados son muy variados, se les puede clasificar en función de la naturaleza del estímulo en:

- **Quimiorreceptores.** Olfato, gusto. En los animales el olfato es el factor más influyente en el comportamiento social; sirve para localizar el alimento, el reconocimiento de sustancias venenosas, la búsqueda de pareja, la huida ante el enemigo, la localización del territorio, etc. Cuando la capacidad de recibir olores está asociada a la de producirlos (feromonas), se establece un lenguaje químico muy ventajoso para la especie.
- **Mecanorreceptores.** Mecánicos, de movimiento (cinestésicos), presión, sonido, equilibrio.
- **Termorreceptores.** Frío y calor.
- **Electrorreceptores,** perciben variaciones en los campos eléctricos, como en el caso de los peces eléctricos.
- **Fotorreceptores.** Conos y bastones de los ojos.
- **Propioceptores.** En tendones, músculos, etc. detectan situaciones de equilibrio y estabilidad en el cuerpo del animal.
- **Receptores indiferenciados** como las terminaciones libres, etc.

En desarrollo progresivo del órgano de la audición, nos ilustra, suficientemente, de lo que acontece en el desarrollo de otros órganos de los sentidos. En los peces, no existe ni oído externo ni oído medio y el interno carece de caracol. En los anfibios, reptiles y aves el oído está algo más desarrollado que en los peces. En ellos existe ya un oído medio, aunque en su interior sólo hay un huesecillo llamado estapedial. Como no hay aún oído externo, el tímpano queda a flor de piel o algo hundido (aves). En los mamíferos el oído presenta sus tres partes características.

Estructuras como la línea lateral de los peces, las larvas y los anfibios son una acumulación de distintos tipos de receptores. Están constituidas por células ciliadas sumergidas en pequeñas cavidades de la cabeza y del tronco, comunicadas con el exterior. Les sirven al animal para localizar obstáculos, entre otras posibles funciones.

Las **tendencias evolutivas del sistema nervioso** las podemos resumir en:

- **Centralización** de los cuerpos neuronales de las redes nerviosas en ganglios y cordones nerviosos,
- con lo que aumenta así la posibilidad de disponer de otras neuronas en los arcos reflejos.

- Incremento de las neuronas de asociación. Su existencia posibilita más vías y, por tanto, más respuestas.
- **Reducción** de los cordones nerviosos a uno solo que recorre al animal longitudinalmente.
- **Aumento de la velocidad de conducción.** En los invertebrados se consigue aumentando el diámetro de las células nerviosas; en los vertebrados con las fibras de mielina y la propagación saltatoria.
- **Cefalización.** El tejido nervioso y muchos receptores se concentra en la cabeza, pues en los animales de simetría bilateral esta es la parte del cuerpo que primero entra en contacto con el medio.
- **Jerarquización** o subordinación de unos centros a otros.
- **Reducción de los lóbulos olfatorios** desde los peces a los mamíferos, al mismo tiempo que crecen las vesículas que dan lugar a los hemisferios cerebrales.

44.4.1. Sistema nervioso y órganos de los sentidos de los peces

El SNC consta de cerebro dividido en cinco vesículas (mielencéfalo, metencéfalo, mesencéfalo, diencéfalo y telencéfalo) y la médula espinal. El mielencéfalo da el bulbo raquídeo; el metencéfalo el cerebelo; el mesencéfalo, los lóbulos ópticos. El diencéfalo engendra dorsalmente las capas ópticas y la epífisis u ojo pineal y ventralmente, los lóbulos inferiores. El telencéfalo se compone de una bóveda o palio y del ganglio basal o cuerpo estriado. Forma los hemisferios cerebrales y los lóbulos olfativos. El sentido del olfato lo tienen muy desarrollado, principalmente los peces cartilaginosos que, además, poseen un cerebelo muy desarrollado.

Los **ojos** consta de una esclerótica fibrosa y a menudo cartilaginosa e incluso ósea, que tapiza una coroides muy vascularizada y pigmentada, sobre la que se encuentra la retina. La córnea está muy aplanada. El cristalino, transparente, está sostenido en su parte superior por el ligamento suspensor y en su parte inferior, por la campánula de Haller. Este divide en dos la cámara ocular; la anterior rellena del humor acuoso y, la posterior, del humor vítreo. El borde libre de la coroides forma, delante del cristalino, un diafragma circular poco contráctil (iris). Los elasmobranchios poseen párpados y membrana nictitante.

Tienen únicamente un **oído interno**, alojado en una vesícula auditiva cartilaginosa. Está compuesto por un utrículo, un sáculo, tres canales semicirculares y la lagena; poseen unos otolitos muy grandes.

Como todos los vertebrados, tienen en la cabeza, unas **fosas olfativas**.

La **línea lateral** se encuentra a ambos lados del cuerpo del animal. Va desde el opérculo a la cola. La cubre una fila de escamas horadadas, por las que se comunica con el exterior. Está inervada por el nervio lateral, que deriva del nervio vago. Los receptores sensoriales los forman varios fascículos de las células sensoriales. Estas células poseen una enorme sensibilidad mecánica y perciben los cuerpos sólidos que se desplazan en el agua. Contienen mecanorreceptores sensibles a la dirección de las corrientes, cambios de salinidad, cambios de temperatura, etc. En los peces cartilaginosos que carecen de línea lateral, su equivalente está en la cabeza.

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).

44.4.2. Sistema nervioso y órganos de los sentidos de Anfibios

El cerebelo está muy poco desarrollado. El mesencéfalo destaca por sus grandes lóbulos ópticos. La epífisis del diencefalo es vestigial en los Urodelos, y persiste, en forma de vesícula, en los Anuros. Los hemisferios cerebrales están separados.

Del cerebro salen diez pares de nervios craneales. Existe un sistema nervioso simpático, formado por una doble cadena gangliolar.

Órganos de los sentidos.

Los **corpúsculos táctiles** están distribuidos por toda la piel del animal. Abundan en los dedos y labios del renacuajo y en los tentáculos bucales de algunas larvas (Xenopus).

Los **ojos** se asemejan bastante a los de los peces. Carecen de campánula de Haller, tienen párpados, y en los Anuros membrana nictitante. Carecen de párpados los Criptobranquios y las larvas. Carecen de ojos algunas larvas neoténicas y los Ápodos. El párpado de los Urodelos suele ser opaco y sin movilidad propia. La pupila puede ser horizontal (ranas y sapos) o vertical.

El **oído** consta de una cavidad timpánica, limitada exteriormente por el tímpano. Trompas de Eustaquio. Dentro de la cavidad timpánica se encuentra la columnilla, que se articula con el estribo, situado junto a la ventana oval, que comunica con el oído interno. Este consta de laberinto y de los tres canales semicirculares.

El **olfato** está muy desarrollado, siendo muy importante en la localización de los alimentos.

El sentido del **gusto** radica en la lengua y en el paladar, pueden discriminar distintos sabores ya que poseen papilas gustativas diferenciadas.

La **línea lateral** existe en todos los Urodelos de costumbres totalmente acuáticas y en sus larvas. Las larvas de los anuros también la poseen, pero desaparece en los adultos.

44.4.3. Sistema nervioso y órganos de los sentidos Reptiles

El encéfalo, con relación al de los Anamniotas, muestra un notable progreso. Los dos hemisferios cerebrales están totalmente separados. Se aprecia una corteza de sustancia gris rodeando a la sustancia blanca. Los lóbulos olfativos están muy desarrollados.

En el diencefalo destaca la gran importancia que adquiere el órgano pineal, formado por el órgano parietal (cuya estructura es la de un pequeño ojo), y por la epífisis. El órgano pineal no funciona en los reptiles actuales, salvo en contadas excepciones (tuatara).

El cerebelo está más evolucionado que en los anfibios. Tienen doce pares de nervios craneales.

Órganos de los sentidos.

Los tegumentos son ricos en **terminaciones táctiles**. También la lengua de lagartos y serpientes, junto a la función gustativa, tienen la táctil.

Las serpientes de cascabel poseen, entre el ojo y el labio superior, un órgano llamado **foseta facial** que es muy sensible a los rayos infrarrojos. En las boas y serpiente pitón la foseta facial se localiza en los labios y en el extremo del hocico.

El **olfato** radica en las fosas nasales. Están compuestas de un vestíbulo, que comunica con el exterior, y de una región posterior, en la que se localizan las células olfativas. Esta segunda cavidad está parcialmente dividida por un repliegue óseo o cornete encima del paladar. El *órgano de Jacobson*, son quimiorreceptores, que se encuentran en la boca, a través de los cuales se perciben olores (no los tienen Quelonios y Cocodrilos)

En los **ojos** pueden existir glándulas lacrimales que mantienen húmeda la córnea. La esclerótica se vuelve cartilaginosa e incluso ósea. La retina contiene conos y bastones. Poseen párpados y **membrana**

nictitante o tercer párpado, que va por delante del ojo. En las serpientes los párpados, transparentes, se sellan por sus bordes. De ahí la fijeza de su mirada.

En los saurios y Ofidios nocturnos, la pupila es estrecha y vertical, el cristalino incoloro, y en la retina sólo hay bastones. En los diurnos, la pupila es redonda (excepto en Vipéridos), el cristalino amarillo, y en la retina poseen conos. En los crepusculares, la pupila es redonda, el cristalino poco coloreado, y poseen conos y bastones.

Pueden presentar, en el humor vítreo, un cono papilar parecido al "peine" de las aves, apoyado en el punto ciego. Parece ser que interviene en el mecanismo de acomodación del cristalino.

El camaleón tiene un campo de visión muy amplio y puede mover los ojos independientemente. Mientras que un ojo se dirige hacia una posible presa (ej. mosca), el otro vigila la presencia de un posible predador. Las iguanas gozan de una excelente visión cromática, lo que explica por qué muchos miembros de la familia usan para comunicarse ornamentos de la cabeza, crestas y gorgueras coloreadas.

El **oído** interno es complicado. El tímpano, a flor de piel, está relacionado con el oído interno a través de la columella. Las serpientes carecen de cavidad timpánica, aunque conservan la columella, por lo que, en realidad, no poseen sentido del oído. En algún caso puede haber oído externo. Poseen trompa de Eustaquio. Las serpientes no oyen muy bien; las vibraciones simplemente llegan al oído interno a través de los huesos del cráneo que están soldados a la mandíbula inferior.

Las tortugas marinas pueden navegar grandes distancias para llegar a la playa donde depositan sus huevos. Puede que utilicen la posición del sol, pero se especula con que puedan detectar campos magnéticos.

La mayoría de los gekos tienen voz. Ciertas especies emiten chirridos y chasquidos cuando copulan o defienden su territorio. Ante un peligro algunos incluso pueden producir ultrasonidos, que son audibles por los mamíferos y aves pero están fuera del rango de audición de los propios lagartos que los usan para alarmar a los predadores.

44.4.4. Sistema nervioso y órganos de los sentidos Aves

El encéfalo se asemeja mucho con el de los cocodrilos, aunque tienen los cuerpos estriados mucho más desarrollados. Los lóbulos olfatorios son muy pequeños, mientras que los ópticos son muy grandes.

El cerebelo reviste una gran importancia, con dos lóbulos laterales y uno, la vermis, en posición media. Los hemisferios cerebrales son lisos y también poseen doce pares de nervios craneales.

El sentido del **gusto**, radica en las papilas gustativas del paladar y en las de los bordes de la lengua.

El **olfato** desempeña un papel casi nulo en la mayoría de las aves. Se especula sobre su verdadera función, ya que algunos opinan que en realidad sirven para determinar el grado higrométrico y/o la velocidad del viento, etc. En los orificios nasales existe, además del cornete mencionado en los reptiles, un cornete superior.

El **oído** interno aparece bastante complicado, es muy parecido al de los mamíferos, aunque registra una menor gama de frecuencias, aunque con sensibles variaciones de intensidad. Poseen grandes canales semicirculares, así como lagena, sáculo y utrículo; la ventana oval está cerrada por el opérculo. Las dos trompas de Eustaquio se unen, y se abren en un orificio común en el paladar. La cóclea está más desarrollada que en los reptiles. En general, el sentido del oído es muy agudo en las aves.

La **vista** alcanza una gran perfección. Los ojos, en posición lateral o frontal, tienen dos párpados y una membrana nictitante. La esclerótica tiene un anillo óseo (anillo esclerótico). El humor vítreo contiene una membrana vascular que sale del punto ciego, llamada peine que parece compensar la presión intraocular dilatando y contrayendo los vasos. La retina tiene conos y bastones, en número distinto según el régimen de las diferentes aves. En el centro de la retina existe una depresión o fovea central, que es el punto de máxima visibilidad, algunas aves (golondrinas, rapaces) poseen dos foveas.

A causa de la posición lateral de los ojos, el campo de visión binocular es muy estrecho, de unos 30° a 50°. Las rapaces poseen los ojos en posición frontal con lo que consiguen una mejor visión binocular. Las rapaces nocturnas (Estrigiformes) gozan de mejor visión que las diurnas, dada la posición de sus ojos. Sin embargo, se reduce su campo de visión a causa de la forma tubular de sus ojos.

ALGUNOS ASPECTOS DE INTERÉS EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS AVES

Las migraciones

Hay especies que en fecha fija emprenden lejanos viajes de ida y vuelta en bandadas, en pequeños grupos o en solitario. De Norte a Sur o viceversa; de Este a Oeste y a la inversa. Se trata de comportamientos muy complejos condicionados por factores internos (innatos) y otros externos, alguno de ellos aún desconocidos.

Ciertos autores manifiestan que un individuo que ha emigrado un año, permanece sedentario al siguiente. Los hay totalmente sedentarios (carbonero, azor, gavián, etc.). En condiciones climatológicamente estables no suelen emigrar (Anátidas, Cigüeñas, consultar Zoología de Grassé. Tomo 4 pág. 70 y siguientes).

Sobre la naturaleza y génesis del impulso migrador sabemos poco. Al parecer, los niveles hormonales crea esta necesidad e inestabilidad que son la base del impulso migrados. Con él se desencadena una fuerte tendencia social, diferente a la genética. Se forman grupos de forma progresiva. La dirección del vuelo parece ser innata aunque puede haber aprendizaje.

En cuanto a su orientación se han emitido las más variadas teorías para explicarla. Desde que "aprenden el camino" al volar con los adultos, cosa imposible puesto que los jóvenes emigran después y solos, a que "perciben el magnetismo terrestre", "ondas telúricas", etc. Según parece, las que vuelan de día se orientan por el sol, sabiendo interpretar "instintivamente" la altura de aquel sobre el horizonte. Y las que vuelan por la noche, se orientan por las estrellas corrigiendo su posición con las horas.

Vuelo. Algunas aves no vuelan (avestruces, pájaros bobos, etc.). Pero la mayor parte si lo hacen. Pueden realizar cuatro tipo de vuelo: El **batido** o **a remo**, en el cual las alas se mueven constantemente arriba y abajo; el **planeado**, en el cual las alas permanecen inmóviles y extendidas largos períodos de tiempo (buitres, águilas, gaviotas); otro tipo es el denominado **estacionario**, que realizan los pájaros mosca batiendo las alas con mucha rapidez (hasta 200 aleteos por minuto) haciéndose las alas casi invisibles, y el animal puede volar hacia adelante o hacia atrás, o permanecer inmóvil; finalmente, intervalos de vuelo batido con **caída libre** como en los gorriones.

Hay muchas aves que no emigran. Otras muchas migran al cambiar las estaciones, mientras que otras son sedentarias. El general, en el hemisferio norte, emigran hacia el sur al final del verano y vuelven a principio de primavera. Estos desplazamientos pueden ser muy largos (charrán ártico, chorlito dorado que pasan el verano en Groenlandia y Alaska y el invierno en la Antártida).

Tales migraciones no están ocasionadas directamente por la falta de alimentos, sino por la duración de los días.

La mayoría de las aves pequeñas se alimentan durante el día y emigran durante la noche, para evitar los depredadores. Las grandes aves (cigüeñas, águilas, grullas) emigran durante el día y duermen durante la noche. Los patos y otras especies emigran tanto por el día como por la noche.

La velocidad de vuelo en las migraciones es generalmente elevada. La altura suele variar entre los 900 y 1.500 metros.

La capacidad de retorno al nido es notable en las aves, aparte la migración. Lo consiguen mediante claves visuales, combinadas con una tendencia a seguir las líneas costeras y otros detalles geográficos patentes.

La **defensa del territorio** se lleva a cabo por medio de luchas, intimidaciones, y a veces señalando a los intrusos por medio del canto. En otras aves, su territorio es sólo la rama del árbol o el sitio del suelo indispensable para construir su nido (garzas, gaviotas). En estos casos, el "radio" del espacio suele ser la longitud del cuello y pico. Si un macho no ha conseguido un territorio, con frecuencia no logra emparejar. Bastantes aves viven agrupadas en poblaciones más o menos grandes. El comportamiento social de las mismas y las relaciones entre los distintos individuos son muy interesantes y variadas (ritualización, comunicación, jerarquización).

La **inteligencia de las aves** es muy particular. Con raras excepciones, no son capaces de aprender muchas cosas. Algunas, como los cuervos, parecen tener mayor capacidad. Muchas cosas las "aprenden"

sólo en una fase de su vida muy limitada (imprimación o imprinting). Como se demuestra con la experiencia de K. Lorenz con los pollos de oca (siguen a lo que se mueve desde que nacen, pero en un determinado momento "aprenden" que lo que siguen es su madre).

Pero aunque, en general, sean capaces de aprender poco, "saben" mucho por instinto. El caso más notorio es el de las migraciones.

La **instalación de las aves** en una zona preferente depende del clima, vegetación y cantidad de alimento. Hay diferentes áreas de distribución acuáticas y terrestres. Para que un área sea estable el número de nacimientos debe compensar el de muertes, teniendo en cuenta que sólo el 60 % de los huevos eclosionan. Otra variable a considerar es la del índice de mortalidad que debe ser más o menos estable. Hay fluctuaciones periódicas y no pocas incógnitas sin resolver:

- a) **Sociedades en Mosaico:** Los nidos están cercanos y los territorios son limitados (Cormoranes, gaviotas, etc.). La pesca colectiva de cormoranes y pelícanos.
- b) **Sociedades familiares:** El grupo solo se deshace a la hora de nidificar.
- c) **Sociedades de varias familias:** Las parejas nidifican próximas entre sí en territorio común; presentan cierta jerarquía. Hay un individuo dominante (α). En otoño se disocian las parejas, la jerarquía social varía y la hembra toma la jerarquía social del macho. Suelen presentar un alto nivel de organización para defenderse de los depredadores. Ej. en sociedades de Pingüinos se agregan las parejas y la incubación y alimentación son tareas comunes.
- d) **Sociedades comunales:** Los cuclillos tienen un nido en común en el que ponen todas las hembras y todos contribuyen a la alimentación de las crías; el territorio es propiedad común. No hay jerarquía y sí monogamia. Los pájaros republicanos tienen un nido común con aposentos particulares.
- e) **Jerarquía social:** En las gallináceas el dominio se ejerce por picotazos, se trata de un dominio sociológico y físico. En las gallináceas la jerarquía social es lineal: α - β - γ . Entre las aves de corral domina el macho pero no picotea a las hembras. La jerarquía social entre machos y hembras es diferente.

44.4.5. Sistema nervioso y órganos de los sentidos de los mamíferos

La constitución general del sistema nervioso de los mamíferos es semejante a la del resto de los vertebrados: un eje formado por el encéfalo y la médula espinal, del que parten nervios craneales (12 pares) y periféricos o raquídeos. La diferencia fundamental radica en el desarrollo relativo de estos órganos.

El encéfalo es proporcionalmente mayor que en el resto de los vertebrados. El cerebelo también adquiere un gran desarrollo con relación al resto del encéfalo.

En los dos hemisferios cerebrales el palio alcanza un gran desarrollo a causa de la adición del neopalio, que ocupa la parte media y ventral de los hemisferios. Existe un cuerpo calloso.

En los mamíferos inferiores (Monotremas, Roedores) la superficie de los hemisferios cerebrales es más o menos plana (**lisencéfalos**). En los superiores, los hemisferios aumentan notablemente sus dimensiones y forman un gran número de circunvoluciones (**girencéfalos**). El máximo grado de desarrollo se presenta en los primates y, dentro de ellos, en el hombre.

La existencia de repliegues (circunvoluciones) supone un aumento de la superficie cerebral y, por lo tanto, el número de neuronas, lo que hace posible el predominio de las funciones síquicas complejas sobre las meramente automáticas. Esto permite a los mamíferos adquirir normas de conducta, relacionadas con la obtención de alimento y la reproducción y cuidado de las crías, que facilita su capacidad de supervivencia y adaptación a los más variados ambientes.

La **domesticidad** de estos animales es tan antigua como el hombre. Este hecho es una prueba más de la adaptabilidad de los mamíferos, que pueden vivir al amparo del hombre con toda facilidad, cambiando incluso de costumbres alimentarias.

Órganos de los sentidos.

Una de las razones del éxito alcanzado por los mamíferos son sus bien desarrollados sentidos. Cada uno de ellos ha evolucionado de modo que se adapta perfectamente a las necesidades de la forma de vida de su poseedor.

Los órganos de los sentidos no están desarrollados por igual en los diferentes grupos de mamíferos, sino que varían con el grado de evolución y el género de vida animal.

En términos muy generales, predomina el sentido del **olfato** (*macrosmáticos*), desarrollándose mucho los lóbulos cerebrales olfatorios. Se localiza en la parte superior de los orificios nasales. Los Primates y los mamíferos marinos lo tienen menos desarrollado (son *microsmáticos*).

Tienen **receptores táctiles** distribuidos por todo el cuerpo, destacando las vibrisas y los localizados en las yemas de la mano.

El **gusto** radica en las papilas gustativas de la lengua y del paladar.

Los **ojos**, salvo en los Primates, son laterales. Están situados dentro de unas cuencas orbitarias y protegidos por los párpados. En ellos vierten las glándulas lacrimales. La mayor parte de los mamíferos ven el mundo de blanco y negro, los primates, el hombre y los lemures somos el principal grupo con visión en color.

El **oído** es muy sensible. Está dividido en tres partes: externo, medio e interno. En el oído interno se encuentra el caracol con el órgano de Corti, el sáculo, el utrículo y los tres canales semicirculares. La trompa de Eustaquio comunica la caja timpánica (oído medio) con la faringe, y en los Cetáceos, con las fosas nasales; en ella se encuentra la cadena de huesecillos. El oído externo falta en los Monotremas y está muy reducido o falta en los Pinnípedos y Cetáceos.

La movilidad del pabellón auditivo externo les permite a muchos mamíferos orientarlos hacia el sonido, lo que les proporciona una gran precisión para determinar de qué tipo de sonido se trata.

Los murciélagos "ven" en la oscuridad por medio de las ondas sonoras. Lanzan unos chillidos muy agudos. Las ondas sonoras chocan contra cualquier objeto que esté en su camino y vuelven al murciélago en forma de eco. Su cerebro recibe esta información y forma una "imagen sonora" que permite al animal dirigirse directamente hacia su presa.

44.5. Sistema hormonal

Las hormonas animales se originan en diferentes tipos de formaciones glandulares; estas glándulas son de secreción interna o endocrinas. El conjunto de estas glándulas constituyen el sistema endocrino, que actúa en estrecha relación con el sistema nervioso. El **sistema endocrino** de los vertebrados posee gran uniformidad, puesto que la mayoría de las glándulas endocrinas se presentan más o menos desarrolladas en casi todos los grupos de vertebrados.

Las hormonas actúan como mensajeros químicos que ejercen su acción sobre las células que poseen en su membrana receptores específicos.

El sistema hormonal de los vertebrados, igual que en los invertebrados, puede ser de dos tipos: glándulas endocrinas, de origen epitelial (adenohipófisis, tiroides, paratiroides, páncreas, corteza suprarrenal, testículos y ovarios); y los núcleos neurosecretores del hipotálamo (la neurosecreción va perdiendo importancia cuantitativa en los vertebrados).

Difieren poco de las hormonas liberadas por el sistema endocrino humano, por lo que no abordamos su estudio aquí.

Entre los vertebrados también se dan casos de feromonas atrayentes como la sincronización de períodos de celo o efecto Whitten en las ratas); las feromonas repelentes (mofeta), etc.

La secreción endocrina está bajo control nervioso. La corteza cerebral ante diferentes estímulos, internos y externos (temperatura, luz, sonido,...), provoca la liberación de neurohormona (factores liberadores) por la eminencia media del hipotálamo. A través de la corriente sanguínea, llegan a la hipófisis, en donde se activa o inhibe la producción de las hormona hipofisarias (tróficas o trópicas). Estas, a su vez, pasan a la circulación sanguínea y actúan a nivel de distintas glándulas endocrinas (tiroides, timo, suprarrenales, gónadas) para que segreguen hormonas.

La actividad del hipotálamo viene determinada tanto por los estímulos procedentes de los centros nerviosos superiores del encéfalo como por un <<retrocontrol>> o feed-back negativo provocado por la concentración sanguínea de las hormonas tróficas hipofisarias o de las hormonas segregadas por la glándula endocrina "blanco" de aquella. La hipófisis también sufre un retrocontrol negativo por la presencia en la sangre de las hormonas de sus glándulas endocrinas "blanco".

El funcionamiento fisiológico y psicofisiológico del organismo obedece a una cadencia; la alternancia de la vigilia y el sueño a lo largo de 24 horas es su manifestación más evidente. La temperatura corporal, la secreción hormonal, el rendimiento cerebral y la fuerza muscular presentan un máximo y un mínimo diarios: Esta actividad rítmica de las funciones internas está dictada por varios **relojes biológicos**, la mayoría de ellos situados en el SNC. Algunos, como el hipotálamo, controlan la t^a corporal y las secreciones hormonales.

Los **rítmicos biológicos** pueden ser diarios o circadianos; anuales (celo, muda, letargo), y mensuales. La glándula pineal controla la secreción hormonal en función de la cantidad de luz diaria. Para los mamíferos sociales, el juego establece unas bases de comunicación, en el uso de los sonidos, posturas y gestos que transmiten mensajes como los de dominación o sumisión que determinan las relaciones del grupo. No resulta extraño que el juego de los jóvenes carnívoros (gatos, perros), tenga tantos rasgos comunes con la actividad cazadora de los adultos.

44.4.5. Los fenómenos sociales en los mamíferos euterios

Los mamíferos cuentan con numerosas especies sociales, siendo muy difícil caracterizar las diversas clases sociales. En todo agrupamiento social, el individuo aislado influye en sus semejantes mediante estímulos específicos, en tanto que el grupo ejerce a su vez sobre él un estímulo no menos específico. El estímulo específico se traduce en una atracción o interacción mutua. El individuo y el grupo constituyen a la vez fuentes estimulantes que desencadenan en los animales sometidos a su influencia reacciones cuyo efecto es reunir a los individuos del grupo y mantenerlos unidos. A causa de la reciprocidad de las acciones, todo miembro del grupo social es a la vez un estímulo y un "reaccionante".

Dos clases de estímulos intervienen, tanto separadamente como sinérgicamente, en la causa del fenómeno social:

- a) La **interacción**. El individuo social ejerce sobre su semejante una atracción que le mantiene en el campo de estímulo sensorial de naturaleza bien sea visual, olfativa o auditiva.
- b) El **apetito social**. En distintos agrupamientos sociales la atracción mutua no desempeña el principal papel en la formación y el mantenimiento de la sociedad; es una pulsión interna, llamada apetito social, la que conduce al animal hacia sus semejantes.

En toda conducta innata o instintiva intervienen diversos elementos:

- Un estímulo específico externo y significativo.
- Un estado fisiológico particular que sensibiliza el SNC para este estímulo y desencadena una actividad de búsqueda más o menos orientada: hambre, sed, apetito sexual, apetito social.
- Una reacción específica al estímulo desencadenante.

El animal saciado no responde a los estímulos significativos, en cambio el apetito social siempre permanece activo.

Todo impulso no satisfecho puede llevar al animal a un estado de desequilibrio fisiológico y turbar su comportamiento normal. En ciertos casos la frustración social provoca fenómenos patológicos.