



MISTERIO CIENTÍFICO

Aunque la partenogénesis no es muy común en los vertebrados, algunas especies de peces tropicales son capaces de alternar la reproducción sexual con esta estrategia. En el tiburón martillo la partenogénesis ocurre cuando la cantidad de machos es baja en un territorio, lo que asegura el mantenimiento de la especie.

3. Reproducción en animales

Los animales, dependiendo de su complejidad estructural y de las condiciones ambientales en las que se encuentren, pueden presentar reproducción sexual o asexual, según se produzca o no una unión de células especializadas. En los invertebrados es común la reproducción de tipo asexual aunque también algunos grupos se reproducen sexualmente. En los vertebrados, predomina la reproducción sexual aunque pueden reproducirse mediante divisiones mitóticas como en el caso de la partenogénesis en especies como el dragón de comodo.

3.1 Reproducción asexual

Los tipos de reproducción asexual en los animales son: la *fragmentación*, la *gemación* y la *partenogénesis*.

- La **fragmentación** es la generación de organismos nuevos a partir de fragmentos de un organismo existente; los nuevos organismos serán diploides ($2n$). Este tipo de reproducción es común en organismos como las planarias, las estrellas de mar y los erizos de mar.
- La **gemación** consiste en la aparición de abultamientos o yemas que crecen hasta convertirse en un organismo independiente diploide ($2n$). Este nuevo individuo puede separarse o crecer unido al organismo inicial formando colonias. Es el tipo de reproducción de las hidras y de los corales.
- La **partenogénesis** es el proceso que ocurre cuando un organismo haploide (n) se desarrolla a partir de un óvulo no fecundado. Es un proceso común en las abejas y las hormigas, así como en algunos crustáceos y otros invertebrados. También se presenta, aunque raramente, en vertebrados como ciertos peces, lagartos y anfibios.

3.2 Reproducción sexual

La reproducción sexual implica la inversión de una gran cantidad de tiempo y energía para producir gametos (gametogénesis) y, además, conseguir y conquistar a la pareja, construir nidos y cuidar de las crías (figura 18).

En los animales, la reproducción sexual favorece la **variabilidad genética**, que representa una ventaja para la adaptación de los organismos a las condiciones cambiantes del medio.

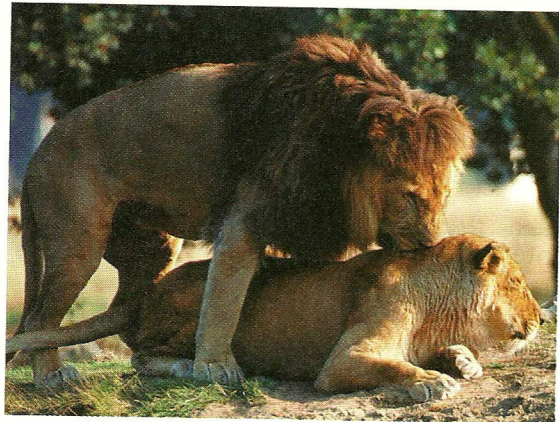
La reproducción sexual tiene tres etapas que veremos a continuación: la *gametogénesis*, la *fecundación* y el *desarrollo embrionario*.



Escarabajos



Pavos reales



Leones

Figura 18. En algunas especies animales que se reproducen sexualmente hay diferencias entre los machos y las hembras, es decir, *dimorfismo sexual*. En muchas especies, esto representa una adaptación para atraer el sexo opuesto.



3.2.1 Gametogénesis

El **proceso de gametogénesis** consiste en la producción de gametos masculinos o espermatozoides (**espermatogénesis**) o de los gametos femeninos u huevos (**ovogénesis**) a partir de una célula germinal. Los gametos femeninos y masculinos pueden tener forma, estructura, tamaño y fisiología diferentes, sin embargo, el proceso que ocurre en el núcleo de ambas células es similar (figura 19).

El proceso de espermatogénesis, generalmente, ocurre en los órganos reproductivos de los machos o **testículos**. En las hembras, dependiendo de la especie, la ovogénesis puede ocurrir al interior del órgano reproductivo de las hembras u **ovario**, cuando el huevo ya ha sido expulsado, o requiere que el espermatozoide penetre en el citoplasma del huevo para finalizar su formación.

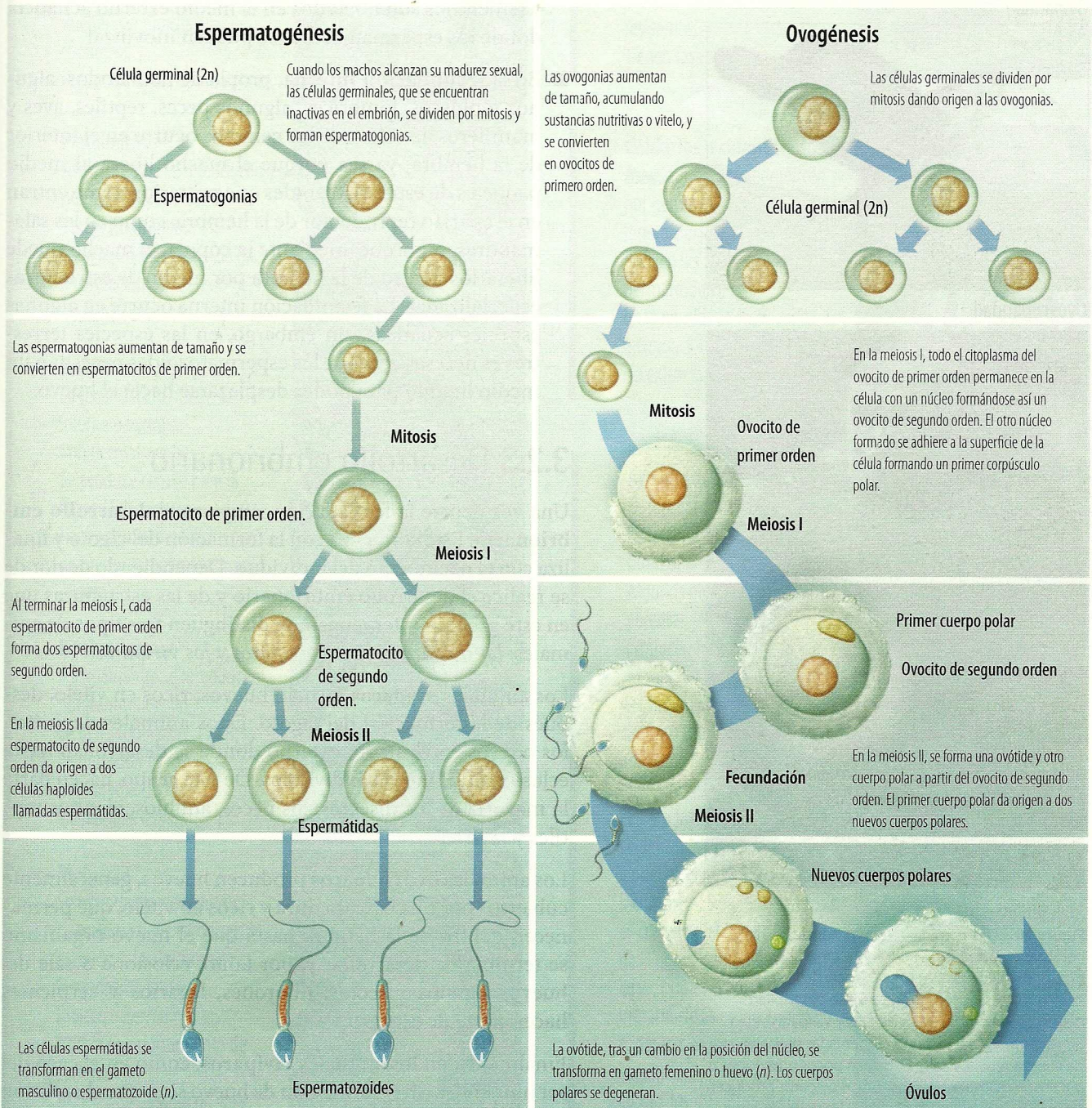


Figura 19. Dentro de los órganos reproductivos se encuentran células diploides capaces de dividirse meióticamente y producir gametos masculinos y femeninos.



Oviparidad



Ovoviviparidad



Viviparidad

Figura 20. El número de huevos producidos por hembras ovíparas es inversamente proporcional a las probabilidades de supervivencia de los nuevos individuos. Cuando los embriones se desarrollan dentro de la hembra (ovovivíparas y vivíparas), esto representa una ventaja que aumenta las probabilidades de supervivencia, y solo se forman pocos embriones o huevos; en cambio, los organismos ovíparas producen un gran número de huevos con el fin de asegurarse de que al menos uno de ellos se desarrollará hasta convertirse en un individuo adulto.

3.2.2 Fecundación

La **fecundación** es el proceso de unión de los gametos, el huevo y el espermatozoide, para la formación del cigoto ($2n$) que dará origen a un nuevo individuo. Según la especie, el espermatozoide puede penetrar en el huevo en diferentes estados de maduración, sin embargo, la unión del núcleo espermático y el núcleo ovular ocurre únicamente cuando el óvulo ha completado su maduración. La fecundación puede ser *externa* o *interna*.

- En la **fecundación externa**, muy común en invertebrados, los peces y algunos anfibios, los gametos masculinos y femeninos son liberados en el medio externo acuático, donde los espermatozoides se pueden movilizar.
- En la **fecundación interna**, propia de nematodos, algunos moluscos, lombrices, algunos peces, reptiles, aves y mamíferos, la unión de los gametos ocurre en el interior de la hembra, ya sea porque el macho libera al medio paquetes de espermatozoides que posteriormente entran en el aparato reproductor de la hembra, como en las salamandras, o porque, mediante la cópula, el macho puede liberarlos dentro de la hembra por medio de estructuras especializadas. La fecundación interna ocurre en algunas especies acuáticas, sin embargo, en las especies terrestres es necesaria ya que los espermatozoides necesitan un medio líquido para poder desplazarse hacia el huevo.

3.2.3 Desarrollo embrionario

Una vez ocurre la fecundación, empieza el **desarrollo embrionario**. Este comienza con la formación del cigoto y finaliza con el nacimiento del individuo. Dependiendo de dónde se realice el desarrollo embrionario y de las estructuras que en este proceso intervengan, se distinguen tres tipos de animales: *los ovíparas*, *los ovovivíparas* y *los vivíparas*.

Los animales **ovíparas** forman huevos, ricos en vitelo, después de la formación del cigoto. Estos animales depositan los huevos en el medio externo donde se desarrollan hasta eclosionar los nuevos individuos. De este grupo, hacen parte la mayoría de los insectos, los peces, anfibios, algunos reptiles y las aves.

Los animales **ovovivíparas** producen huevos, generalmente cubiertos por una cáscara dura y ricos en vitelo, que permanecen dentro de la hembra hasta que el nuevo organismo se termina de desarrollar y, por tanto, eclosiona o sale del huevo; algunos insectos, tiburones, lagartos y serpientes hacen parte de este grupo.

Finalmente, en los animales **vivíparas**, como en el caso del ser humano, no hay formación de huevo sino que el embrión se desarrolla dentro del vientre de la hembra, que le brinda protección.



3.3 Reproducción en invertebrados

En los invertebrados es común la reproducción de tipo sexual, aunque varios presentan también reproducción asexual. En el siguiente cuadro encontrarás las características de la reproducción en los diferentes grupos de invertebrados.

Reproducción en invertebrados

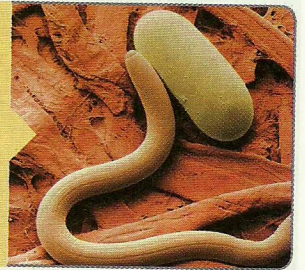
Poríferos

- Se reproducen por fragmentación.
- La fecundación es interna generalmente.
- Pueden ser dioicos o monoicos.
- Producen larvas de vida libre.



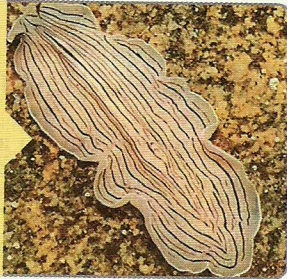
Nemátodos

- Se reproducen sexualmente.
- La fecundación es interna.
- Son dioicos.
- Producen huevos, con cubierta resistente.
- Tienen fase larvaria.



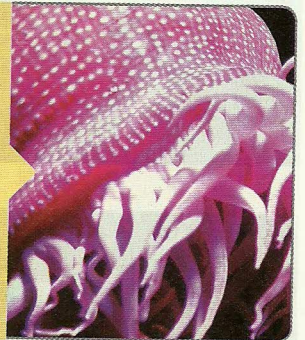
Platelmintos

- Asexualmente se reproducen por fisión transversal.
- Son hermafroditas.
- En la reproducción sexual la fecundación es interna.
- No existe fase larvaria.



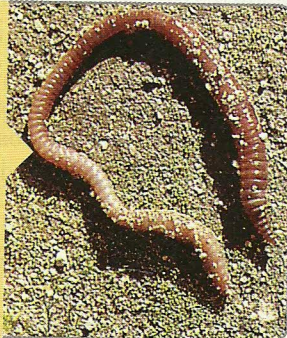
Cnidarios o celenterados

- Asexualmente se reproducen por gemación y fisión longitudinal.
- Pueden ser dioicos o hermafroditas.
- En la reproducción sexual la fecundación es externa.
- No existe fase larvaria.



Anélidos

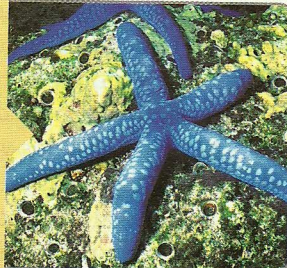
- La fecundación puede ser interna o externa.
- Son hermafroditas.
- Se produce cópula para la fecundación interna.
- Nacen con forma adulta pero de menor tamaño (desarrollo directo).



Tennis sinea

Equinodermos

- Asexualmente se reproducen por fragmentación.
- En la reproducción sexual, la fecundación es externa.
- Son dioicos.
- Tienen fase larvaria.



Moluscos

- Se reproducen sexualmente.
- La mayoría tiene fecundación externa; solo algunos tienen fecundación interna.
- Dioicos o hermafroditas.
- Tienen comportamiento de cortejo.
- Tienen fase larvaria de vida libre.



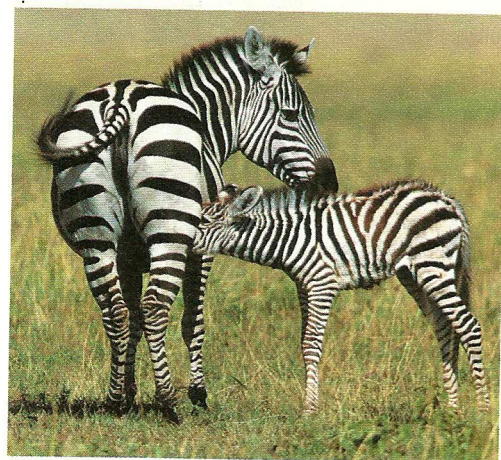
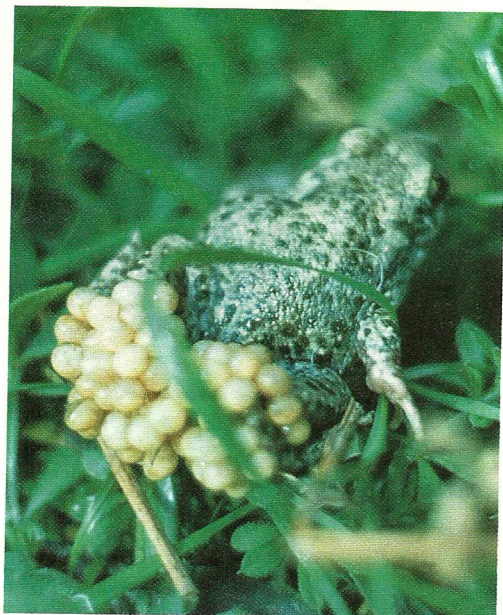
Artrópodos

- Se reproducen sexualmente.
- La fecundación es interna.
- Dioicos.
- Algunos presentan cuidado parental.
- Producen huevos.
- Al salir del huevo se desarrolla una serie de cambios morfológicos y anatómicos, pasando así por diferentes estadios, antes de llegar a la adultez. Este proceso se denomina **metamorfosis** y puede ser completa o incompleta. Si la metamorfosis es completa el desarrollo pasa por el estadio de huevo, larva, pupa y adulto; si la metamorfosis es incompleta, el desarrollo pasa por el estadio de huevo, ninfa y adulto, los dos últimos con características muy similares





3.4 Reproducción en vertebrados



En los vertebrados predomina la reproducción de tipo sexual. La mayoría son dioicos, excepto algunos peces, y es común que exista dimorfismo sexual. En lampreas, peces y anfibios es común la fecundación externa, en tanto que, en los reptiles, aves y mamíferos se presenta la fecundación interna. Para que la fecundación interna sea posible se han desarrollado órganos especializados: en los tiburones existen unas estructuras llamadas *claspers* o *forceps* que permiten que el macho deposite los espermatozoides en el sistema reproductor de la hembra. En los mamíferos, el macho tiene una estructura tubular denominada *pene*, con la cual depositan los espermatozoides dentro de una cavidad conocida como la vagina.

3.4.1 Cuidado parental

Algunos organismos cuidan a sus crías, desde el momento de gestarlas hasta que se desarrollan y dejan de depender de sus padres para alimentarse y defenderse de depredadores; a esto se denomina cuidado parental. El **cuidado parental**, que puede darse de diferentes formas, es una adaptación que permite a los padres asegurar el desarrollo y la posterior reproducción de sus hijos con el fin de perpetuar la especie. En su forma más amplia incluye la construcción de los nidos, el cuidado de los huevos y de los nuevos individuos, así como el cuidado y la alimentación de los hijos (figura 20).

3.4.2 Épocas de cría

Los animales se reproducen en diferentes épocas del año dependiendo de la disponibilidad de los recursos en el medio. En las zonas templadas la época de cría ocurre casi siempre en primavera y en otoño, de tal forma que en el invierno y el verano que son las épocas de condiciones más extremas, los hijos estén desarrollados y puedan sobrevivir. En países tropicales, como Colombia, la época de cría está asociada al período de lluvias o al período seco dependiendo del grupo taxonómico y de la especie; sin embargo existen algunas especies que pueden reproducirse en cualquier época del año.

La época de cría puede estar sujeta también a las condiciones fisiológicas de los organismos; por ejemplo, en los mamíferos, está sujeta al ciclo hormonal de las hembras y por esta razón existe un período limitado en el cual ellas son receptoras.

Figura 20. A pesar de que el cuidado parental representa una mayor inversión energética, también asegura la supervivencia de los nuevos individuos. Algunos anfibios, por ejemplo, llevan en su dorso los huevos; las aves construyen nidos y allí depositan los huevos y los incuban para asegurar el desarrollo uniforme de los embriones; los mamíferos garantizan la alimentación de los hijos a través de la lactancia.

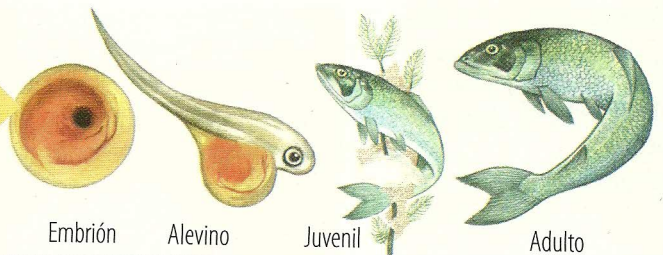


3.4.3 Mecanismos de reproducción en los vertebrados

En el siguiente esquema se presentan los tipos y mecanismos de reproducción en los diferentes grupos de vertebrados.

Los peces óseos

- Tienen dimorfismo sexual.
- Pueden ser hermafroditas o dioicos.
- La fecundación es externa.
- La reproducción es ovípara.
- Desarrollan gran cantidad de huevos que dan origen a los alevinos, una fase juvenil de los peces. Estos se desarrollan hasta convertirse en peces adultos.



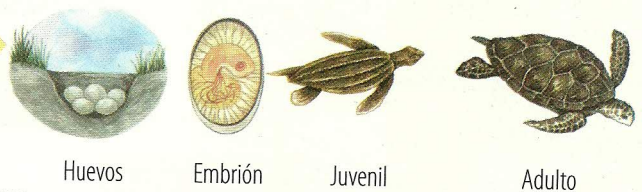
Los anfibios

- Son dioicos
- La fecundación es externa en ranas; en salamandras la fecundación es interna, sin embargo no hay copula.
- Producen huevos ricos en vitelo que depositan en el agua en el grupo de las ranas, o que se desarrollan en el interior de la hembra en el grupo de las salamandras.
- El desarrollo de los anfibios pasa por el proceso de la metamorfosis cuyas etapas son: huevo, larva o renacuajo y adulto.



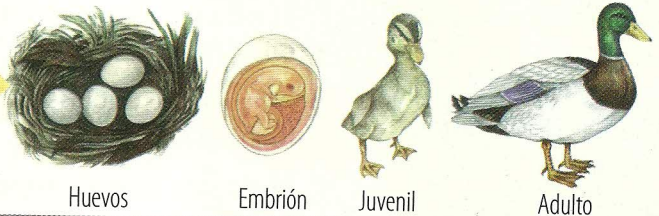
Los reptiles

- La fecundación es interna, gracias a un pene que introducen en la cloaca de la hembra en el momento de la cópula.
- Desarrollan huevos cubiertos por una cáscara dura que, son puestos fuera del cuerpo. Otros reptiles, como las serpientes, son ovovivíparos.
- Cuando los nuevos individuos salen del huevo tienen la forma del adulto pero son de menor tamaño.



Las aves

- La fecundación es interna, gracias a un pene medio o vestigial que permite la entrada de los espermatozoides en la cloaca de la hembra.
- Desarrollan huevos con cubierta dura que ponen por fuera. Allí son incubados por uno o ambos padres.
- Los polluelos salen del huevo cuando están formados.



Los mamíferos

- La fecundación siempre es interna ya que el pene permite introducir los espermatozoides en la vagina de la hembra.
- Los monotremas al que pertenecen los ornitorrincos, desarrollan huevos que ponen al exterior donde terminan su desarrollo.
- En los marsupiales como los canguros el feto se desarrolla una parte al interior de la hembra posteriormente sale y se desplaza, hacia una bolsa en el vientre de la madre, el marsupio, donde termina su desarrollo.
- En los mamíferos placentarios el desarrollo se realiza al interior de la madre.
- Los nuevos individuos, son alimentados con leche materna.

