

Los primeros signos visibles de germinación son la salida de la cubierta superior de la semilla y el crecimiento de la raíz primaria. Al prolongarse el tiempo de desarrollo de las células que empiezan a absorber agua y nutrientes, la planta joven crece en un medio acuoso. La primera hoja aparece pronto y la planta joven crece en un medio acuoso y talmente independiente. (Fig. 21-7).

Qué es la germinación?

Fuente:

El primer signo de germinación es el crecimiento de la raíz primaria. Al prolongarse el tiempo de desarrollo de las células que empiezan a absorber agua y nutrientes, la planta joven crece en un medio acuoso. La primera hoja aparece pronto y la planta joven crece en un medio acuoso y talmente independiente. (Fig. 21-7).

El epicotiledón sale de la semilla; los dos cotiledones crecen también (forman la mayor parte de la semilla), pueden ser observados al frisar los cotiledones. El depósito de alimentos para la planta en desarrollo se encuentra en el cotiledón superior y el inferior. Los cotiledones se desarrollan en verdaderas hojas. La planta joven crece en un medio acuoso y talmente independiente. (Fig. 21-7).

Qué es la germinación?

La reproducción y el desarrollo de las plantas nunca han sido para el hombre un enigma. La mayoría de las plantas se desarrollan de semillas y este hecho lo ha observado durante siglos. Pero, ¿cómo se desarrollan los animales? Este sí ha sido un enigma a través de gran parte de su historia.

CAPÍTULO XXII.

REPRODUCCIÓN EN ANIMALES.

La reproducción y el desarrollo de las plantas nunca han sido para el hombre un enigma. La mayoría de las plantas se desarrollan de semillas y este hecho lo ha observado durante siglos. Pero, ¿cómo se desarrollan los animales? Este sí ha sido un enigma a través de gran parte de su historia.

La mayoría de los mecanismos por los cuales se reproducen y desarrollan los animales forman parte del conocimiento humano. Sin embargo, aún se desconocen varios detalles importantes. En este capítulo examinaremos tres modelos básicos de reproducción y desarrollo de animales, recalcando los mecanismos generales tal como ahora se comprenden.

22-1 REPRODUCCIÓN DE OBELIA.

Tanto la *Obelia* como la *Hidra* son animales marinos. Sin embargo, la estructura del cuerpo y el ciclo de vida de la *Obelia* son más complejos que los de la *Hidra*. La *Obelia* es una colonia animal y se puede encontrar en pequeñas colonias ramificadas adheridas a las rocas, o a cualquier objeto, de las aguas marinas poco profundas. Los individuos de la colonia se reconocen como "tallos" individuales de los cuales se extienden varias ramas.

Las ramas llamadas *pólipos* pueden ser de dos clases. Una clase *los pólipos gastrozoides*, que son los encargados de la alimentación, es la que más se asemeja a la hidra. Estos pólipos tienen una boca rodeada por varios tentáculos ondulares con células especiales con agujones que paralizan los organismos más pequeños que nadan a su alcance.

La otra clase los *pólipos reproductores* carecen de tentáculos y sirven exclusivamente, para producir estructuras que contribuyen a perpetuar la especie.

La función de los *pólipos reproductores* es lo que más nos llama la atención. El interior del cuerpo de un *pólipo reproductor* tiene pequeñas estructuras redondas que se pueden ver durante varias etapas de su desarrollo. Son pequeñas yemas que finalmente se separan del interior y quedan libres en el agua que las rodea. Una vez separada esta pequeña yema llamada medusa, parecen seres gelatinosos y transparentes (aguas malas). La medusa de *Obelia* existe en un medio independiente, aguijoneando y capturando pequeños organismos por medio de sus tentáculos.

La medusa es la responsable de la fase sexual en el ciclo reproductor de la *Obelia*. ¿Cómo se reproduce la medusa? Los machos producen espermatozoides y las hembras producen óvulos. Los espermatozoides y los óvulos son monoploides. Ambos tipos de células son liberados en abundancia dentro del agua. Si se realiza la fecundación, al penetrar un espermatozoide en el óvulo, se origina un cigoto diploide.

Después de la fecundación el cigoto se divide en dos células o blastómeros. Esta división se llama *segmentación* del óvulo. Por divisiones repetidas las dos células forman cuatro, y, éstas a su vez ocho, y así hasta formar una esfera hueca, de una sola capa gruesa de células. Esta esfera hueca se llama *blástula*. La *blástula* es un poco más grande que el óvulo fecundado, debido a que cada división sucesiva de las células las reduce de tamaño. Finalmente, como la división celular continúa, algunas de ellas son impulsadas hacia el interior de la *blástula* investigándose. De este modo se forma la *gástrula*, estructura en forma de copa.

La *gástrula* tiene dos capas diferentes de células una capa exterior llamada *ectodermo* y una interior que es el *endodermo*. La *gástrula* se alarga y desarrolla cilios, por medio de los cuales puede nadar en las aguas que la rodean. Esta etapa ciliada de la *gástrula* en que nada libremente se llama *plánula*. Finalmente la *plánula* se adhiere a una roca o a algún otro objeto sólido, donde proseguirá su desarrollo. Se

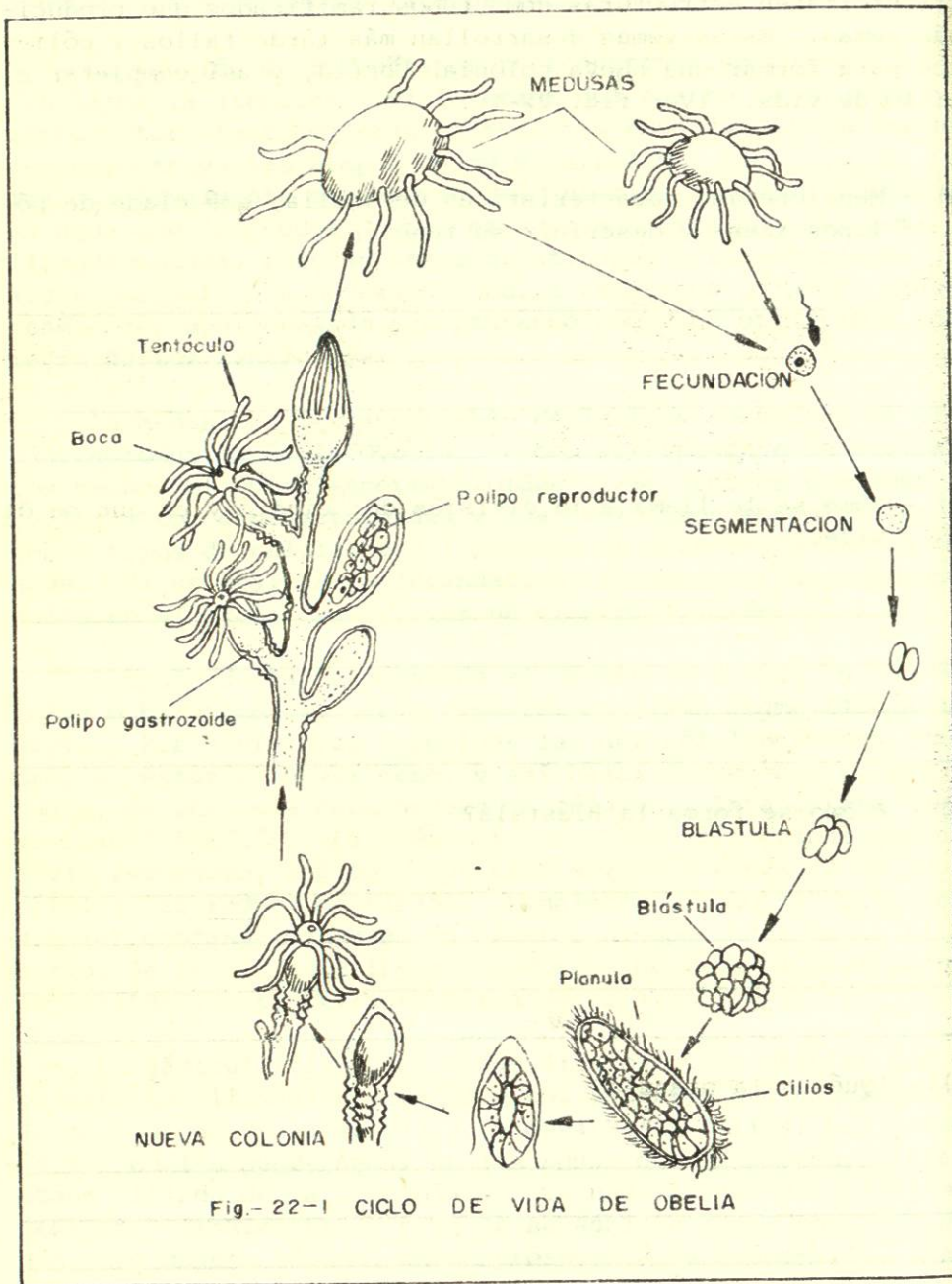
transforma en estructuras como tubos ramificados que producirán yemas. Estas yemas desarrollan más tarde tallos y *pólipos* para formar una nueva colonia *Obelia*, y así completar el ciclo de vida. (Ver fig. 22-1).

a).- Mencione las características de *obelia*, qué clase de *pólipos* tiene y describir su función.

b).- Cómo se le llama a la división del cigoto y en que se divide.

c).- ¿Cómo se forma la *Blástula*?

d).- ¿Qué es la *plánula*?



22-2 REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE ANFIBIOS.

Los anfibios son mucho más complejos y organizados que la *Obelia*. Los anfibios tienen órganos y sistemas de órganos tan desarrollados que, en muchos aspectos, son muy semejantes a los de nuestro propio cuerpo. Pero, por otro lado, la mayoría de los aspectos vemos que su comportamiento no dista mucho del de la *Obelia*. Con la rana tenemos una oportunidad -- excelente para ver cómo suceden los primeros desarrollos. En ella concentraremos nuestra atención ya que es un animal que podemos observar fácilmente en el laboratorio.

El sistema reproductor del macho.

Por apariencia exterior, la rana macho se diferencia muy poco de la rana humana. Se distingue por ser más oscura y, a menudo, en que el dedo interno de las patas delanteras está más hinchado.

Internamente hay una gran diferencia entre los dos. En la rana macho se pueden observar, en la cavidad abdominal, dos *testículos* pequeños y redondos. (Ver fig. 22-2). A menudo están cubiertos, parcialmente, por unos cuerpos adiposos amarillos en forma de dedos. Los testículos son los órganos reproductores primarios masculinos. En el interior, hay miles de tubos enrollados en los que se efectúa el proceso de la *espermatogénesis* durante todo el año. En este proceso, las células diploides sufren una meiosis y una transformación en varias etapas hasta madurar en espermatozoides monoploides. En el momento de la eyacuación salen millones de espermatozoides maduros a través de los tubos de los riñones, que están debajo de los testículos. De ahí son eyacuados al agua por el mismo camino que la orina.

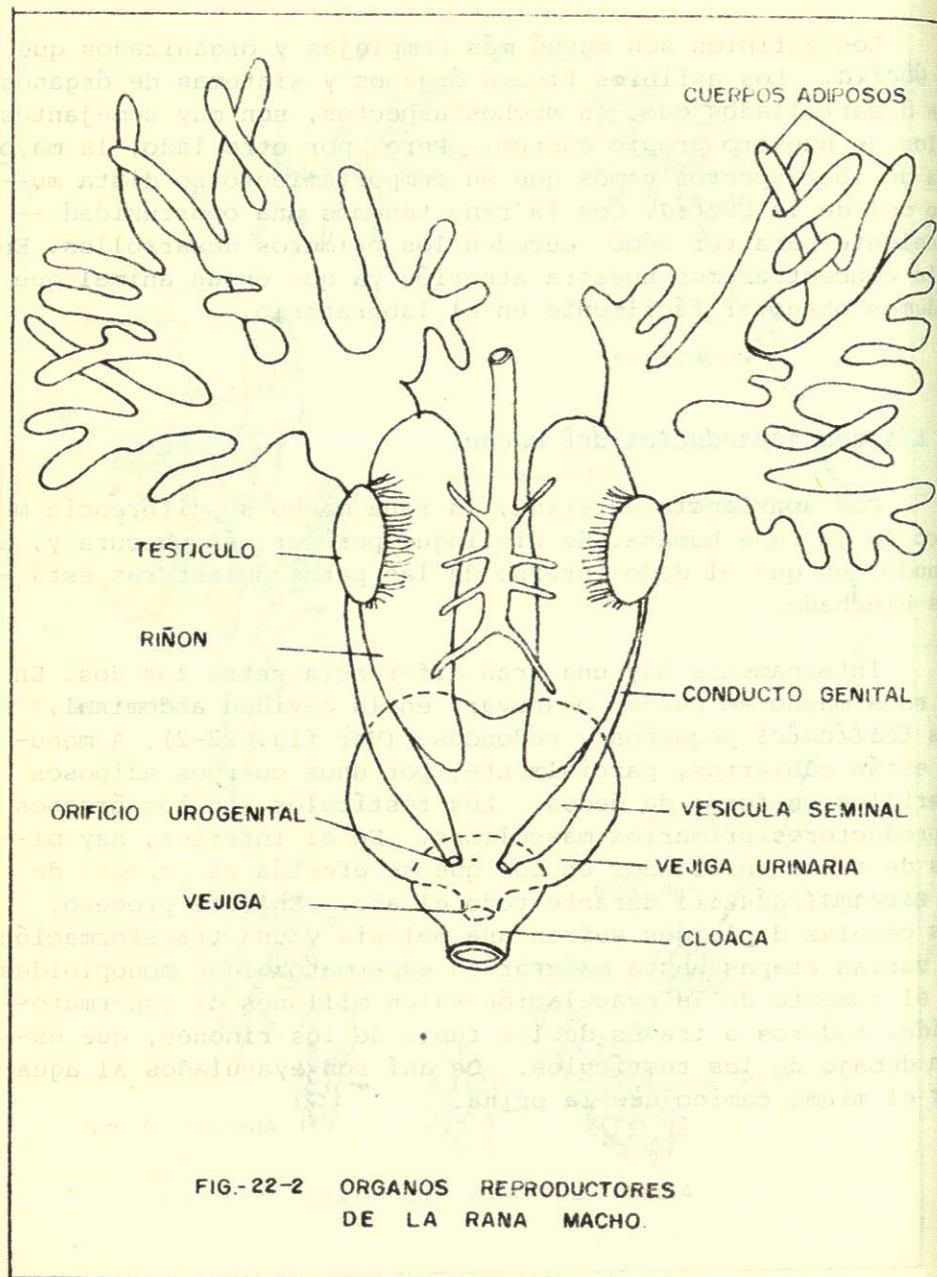


FIG.-22-2 ORGANOS REPRODUCTORES DE LA RANA MACHO.

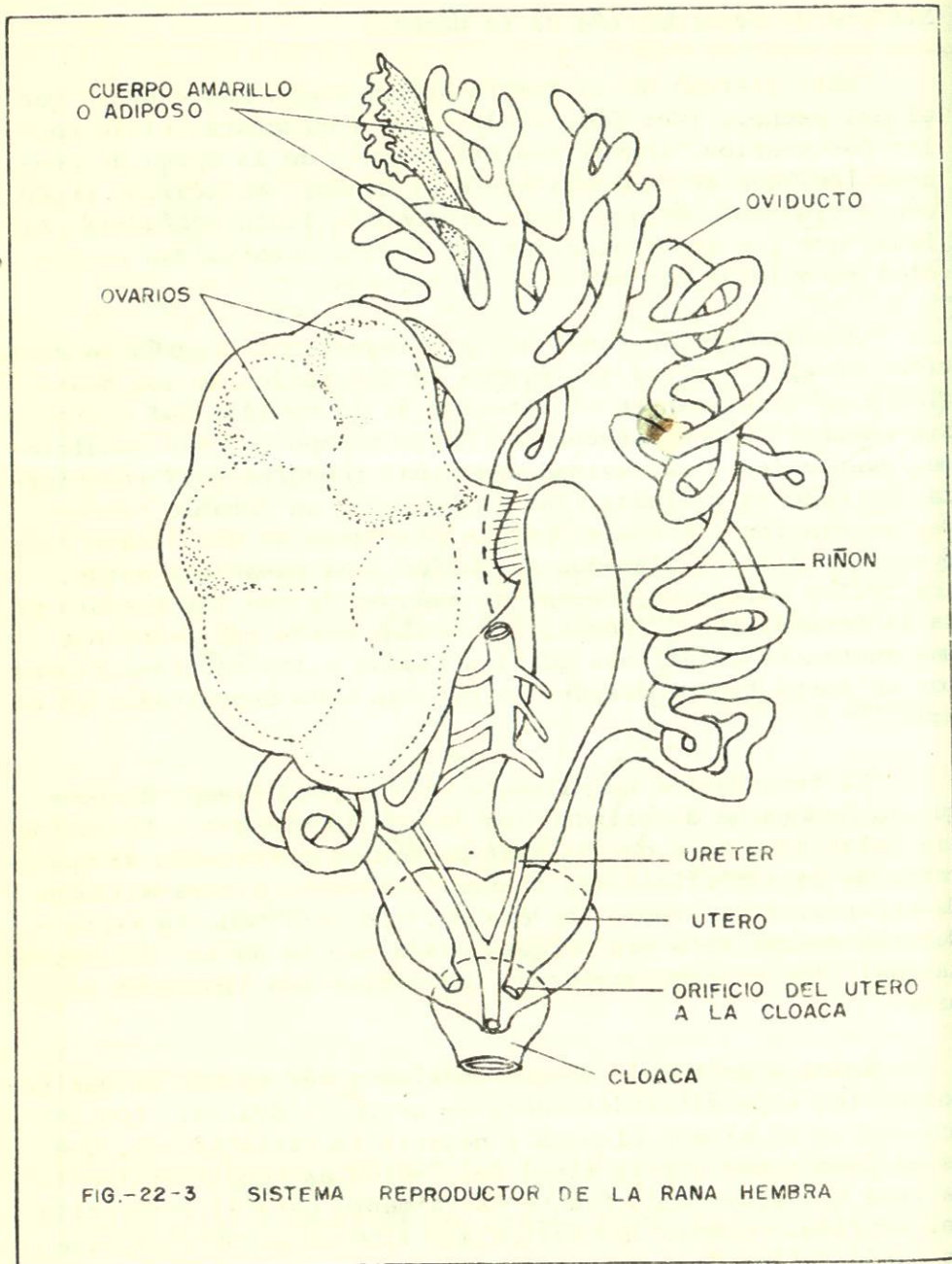
Sistema de Reproducción de la Hembra.

Este sistema de la hembra abarca mucho más espacio que el del macho. (Ver fig. 22-3). Las estructuras clave son los dos ovarios. Inmediatamente después de la época de procreación, que se prolonga hasta el otoño, los ovarios producen activamente óvulos. Este proceso se llama *oogénesis*. Al igual que los espermatozoides los óvulos desarrollan un núcleo monoploide por medio de la meiosis.

Normalmente, a fines de la primavera se efectúa la *ovulación*. En este proceso los óvulos se desprenden de los ovarios y se dispersan en el interior de la cavidad del cuerpo. Sin embargo, no permanecen por largo tiempo en esas condiciones eventuales. La cavidad abdominal femenina está recubierta con células ciliadas, las cuales, por un notable proceso de "asociación", acumulan en las aberturas de dos largos conductos enrollados llamados *oviductos*. Al pasar por éstos, los óvulos sufren un proceso de maduración que los prepara para la fecundación. Además, los óvulos están cubiertos por una sustancia gelatinosa que los hincha y los mantiene firmes por un corto tiempo después de que han sido depositados en el agua.

La fecundación normalmente ocurre poco tiempo después que la hembra ha depositado los óvulos en el agua. La sustancia gelatinosa hace que la masa de óvulos permanezca agrupada cerca de la superficie del charco. El macho libera millones de espermatozoides sobre los óvulos. De este modo la reproducción sexual está más perfeccionada que la de la *Obelia*, en la cual, los espermatozoides y los óvulos son liberados al azar.

Vamos a describir lo que podríamos ver cuando se han colocado los espermatozoides sobre un grupo de óvulos. Los óvulos son en sí mismos blancos y negros; la parte blanda, que es un poco menor que la mitad del óvulo, es fundamentalmente la yema que sirve como fuente de alimento para el desarrollo del embrión. Cuando los óvulos son liberados sobre el agua no están orientados en cualquier posición determinada. Algunos de ellos tienen la parte negra arriba, otros la parte blanca.



Más o menos una hora después de la fecundación se suelen observar dos cambios significativos. La gelatina que rodea cada óvulo se vuelve firme, protegiendo al mismo de daños mecánicos, pero mucho más dramático. Todos los óvulos fecundados que tenían la parte blanca hacia arriba se voltean lentamente de manera que sólo la parte negra se puede ver desde arriba.

Para la mayoría de los observadores el siguiente hecho es más impresionante. Aproximadamente después de dos horas y media de la fecundación, empieza a aparecer un surco cruzando la parte superior del óvulo, como se ven en la Fig. 22-4. Lentamente el surco se profundiza, rodea al óvulo y lo divide en dos células. Después de una hora aparece otro surco, perpendicular al primero, que se profundiza y rodea al óvulo dividiéndolo en cuatro células. Media hora más tarde se realiza otra división que producirá ocho células, después 16, luego 32, luego 64, y así hasta que sean miles de células. Unas cuantas horas después de la fecundación, la división celular repetida ha reducido grandemente el tamaño de las células individuales.

La Blástula y la Gástrula.

Aproximadamente 12 horas después de la fecundación, aparece el embrión todavía redondo y con apariencia de óvulo. Una superficie ligeramente abultada es la única indicación del gran número de células que componen ahora el embrión. Una sección del embrión revela una gran cavidad en su mitad superior. (Ver fig. 22-5). En este estado, el embrión recibe el nombre de *blástula*. Esencialmente es una esfera hecha de células, básicamente paracida a la blástula, que se forma durante el desarrollo de la *Obelia*.

El siguiente hecho es decisivo y uno de los menos comprendidos en el desarrollo del embrión. Unas 20 horas después de la fecundación un pequeño grupo de células se mueve hacia dentro de lo largo del borde, entre las regiones claras y oscuras del embrión. Este movimiento de células forma el

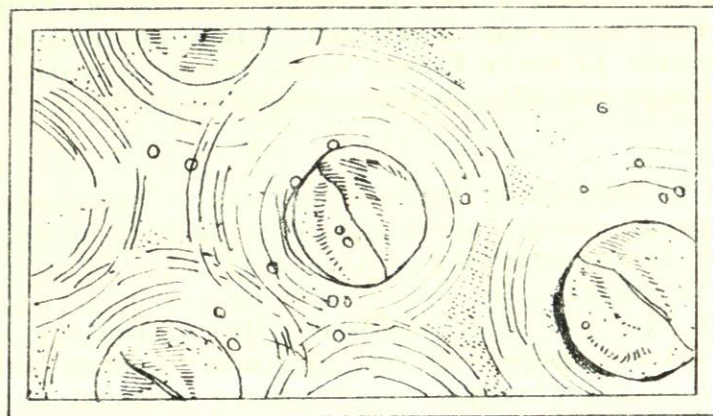


FIG.-22-4. PRIMERA DIVISION DE UN OVULO FECUNDADO.

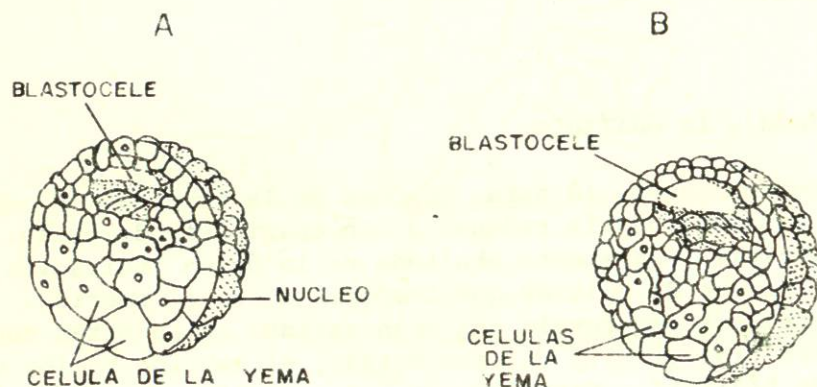


FIG.-22-5 BLASTULA. DESARROLLO DEL BLASTOCELE.

labio dorsal del blastoporo. La gástrula es un saco de doble capa en una cavidad (el arquenteron) y un orificio (el blastoporo) marca el principio del proceso de *gastrulación* o formación de la *gástrula*. Fig. 22-6. Las células de la parte superior externa se mueven descendiendo al interior. Con esto se forma una nueva cavidad.

En esta etapa pueden ser identificadas dos regiones celulares distintas: la capa exterior llamada *ectodermo* y la que cubre la nueva cavidad forma el *endodermo*. Entre estas dos capas. Algunas células se organizan y forman una tercera capa. Esta capa intermedia, llamada *mesodermo*, nunca aparece en el grupo de invertebrados simples como la *Obelia* y en la *Hidra*.

El endodermo y mesodermo continúan desarrollándose agrandando la cavidad interior y, en el proceso, se absorbe y se rodea la yema. En el exterior, el labio dorsal se expande hasta que la mayor parte de la yema queda rodeada. Finalmente, sólo una pequeña parte de la yema puede verse en la superficie del embrión. La gastrulación se considera completa cuando el *tapón de yema* desaparece.

Unas 40 horas después de la fecundación, al desaparecer el tapón de la yema, suceden dos hechos notables: Aparece en este lugar una pequeña prolongación del embrión. Esta prolongación es el eje cabeza-cola permanente del futuro renacuajo. Casi al mismo tiempo aparecen pequeños pliegues en la parte superior del embrión. Estos son los *pliegues neurales*. Cada pliegue neural es la porción visible del desarrollo del *encéfalo* y de la *médula espinal*. Cuando el embrión tiene 56 horas, los pliegues neurales habrán crecido juntos y se habrán fusionado, formando el *tubo neural*. Al mismo tiempo aparece una *constricción* en el embrión que hace que la cabeza se distinga del resto del cuerpo.

Cuando el embrión tiene 76 horas se observan sus primeros movimientos. Con sacudidas y estirones de su cuerpo hacia adelante y hacia atrás, el embrión se desembara de la cubierta gelatinosa en la que se había desarrollado. Después observando cuidadosamente en la parte baja del cuello. se pue

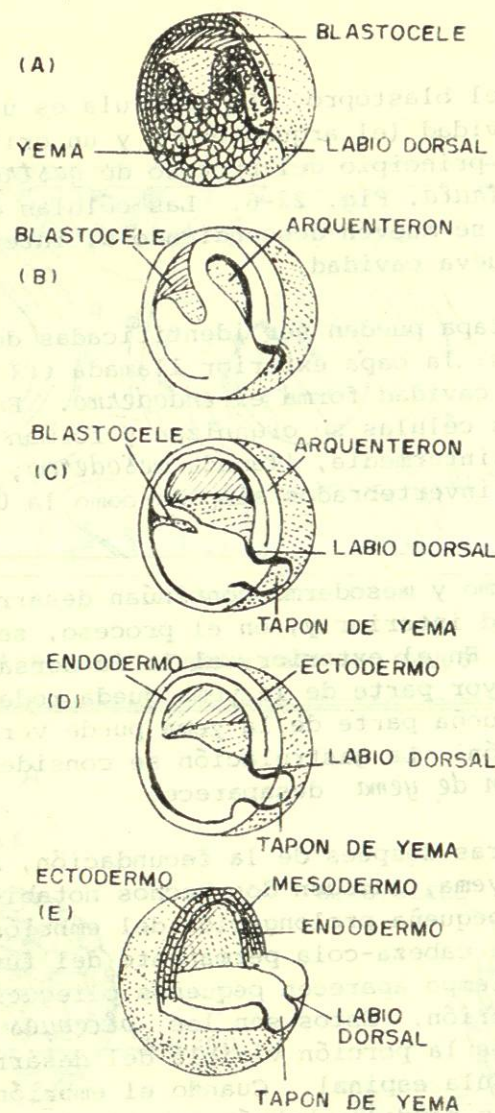


Fig. 22-6. En la gastrulación, las células se mueven a lo largo de uno de los lados hacia abajo y al interior, formando el labio dorsal (a). Resulta una nueva cavidad, el arquenterón (b). Según va desarrollándose el arquenterón, el blastocele se hace más pequeño, y parte de la yema es impulsada hacia afuera y forma el tapón de yema. (c). Mientras la gastrulación continúa, dos capas se han formado: el endodermo y el ectodermo (d). Más tarde, se forma una tercera parte: el mesodermo (e).

den aparecer las pulsaciones del corazón que ya está activo.

Después de cinco días, aproximadamente, se puede observar las branquias digitiformes creciendo a cada lado de la cabeza. Con la ayuda de un microscopio se pueden ver fácilmente los glóbulos rojos rodando y trompezando en las branquias, donde recogen el oxígeno destinado al metabolismo de las células en el interior del animal; sin embargo, este proceso es temporal puesto que, antes de dos días una cubierta braquial u *opérculo*, habrá crecido lo suficiente para cubrir cada branquia. Generalmente, con la aparición de la cubierta branquial el desarrollo del renacuajo se considera completo.

De Renacuajo a Adulto.

El ranacuajo todavía tiene que sufrir una notable metamorfosis antes de llegar a convertirse en una rana adulta. Los cambios son drásticos debido a que el animal debe cambiar de una vida acuática a un medio de vida semiterrestre. Los huesos y músculos están en la etapa de mayor desarrollo, pero no menos importante es el cambio de respiración branquial a pulmonar.

Las divisiones iniciales, la formación de la blástula y de la gástrula y la diferenciación inicial de tejidos a partir de las tres capas germinales son los hechos fundamentales del desarrollo. Son casi universales puesto que ocurren durante el desarrollo de cualquier animal complejo.

a).- ¿Cómo se forma la gástrula?

b).- Diferencias en el sistema reproductor de un macho y hembra de anfibios (Rana).

c).- Definir = Oogénesis, ovulación, oviductos.

d).- Cómo es el cambio de renacuajao a adulto?

22-3 REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO EN LOS MAMÍFEROS.

Los mamíferos, como grupo, tiene ciertas formas de reproducción y desarrollo en común con los anfibios. sin embargo, la vida terrestre de la mayoría de ellos les ha ayudado a desarrollar ciertas adaptaciones, con marcadas diferencias del modelo de los anfibios.

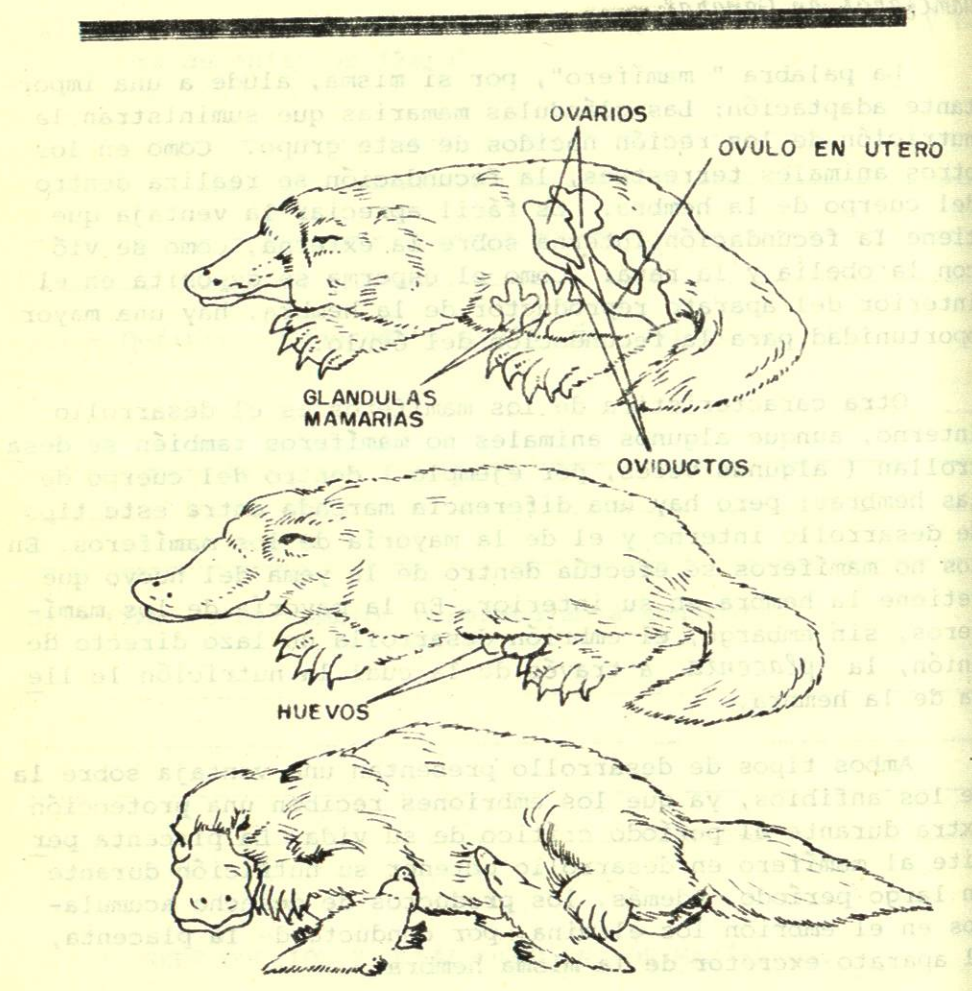
Mamíferos en General.

La palabra "mamífero", por sí misma, alude a una importante adaptación; Las glándulas mamarias que suministran la nutrición de los recién nacidos de este grupo. Como en los otros animales terrestres, la fecundación se realiza dentro del cuerpo de la hembra. Es fácil apreciar la ventaja que tiene la fecundación interna sobre la externa, como se vió con la obelia y la rana. Como el esperma se deposita en el interior del aparato reproductor de la hembra. hay una mayor oportunidad para la fecundación del óvulo.

Otra característica de los mamíferos es el desarrollo interno, aunque algunos animales no mamíferos también se desarrollan (algunas veces, por ejemplo) dentro del cuerpo de las hembras; pero hay una diferencia marcada entre este tipo de desarrollo interno y el de la mayoría de los mamíferos. En los no mamíferos se efectúa dentro de la yema del huevo que retiene la hembra en su interior. En la mayoría de los mamíferos, sin embargo, el embrión desarrolla un lazo directo de unión, la placenta, a través de la cual la nutrición le llega de la hembra.

Ambos tipos de desarrollo presentan una ventaja sobre la de los anfibios, ya que los embriones reciben una protección extra durante el período crítico de su vida. La placenta permite al mamífero en desarrollo obtener su nutrición durante un largo período. Además, los productos de desecho acumulados en el embrión los elimina, por conducto de la placenta, al aparato excretor de la misma hembra.

En el estudio de la reproducción y desarrollo de los mamíferos comunes, insistiremos cómo se efectúa este proceso en la placenta femenina, ya que para nosotros, por ser humanos, despierta el mayor interés. Sin embargo, como unos cuantos mamíferos tiene dos formas más primitivas, hablaremos primero de estas dos formas.



LAS CRIAS MAMAN LECHE A TRAVES DEL PELO DE LA MADRE

Las crías maman leche a través del pelo de la madre.
 Fig. 22-7 El ornitorrinco es un mamífero con pelo y glándulas mamarias, las crías salen de huevos, lo que es una excepción entre los mamíferos.

Monotremas y Marsupiales.

El ornitorrinco es un ejemplo de monotrema y uno de los dos mamíferos primitivos que existen. En varios aspectos se asemeja a sus ancestros los reptiles. Hay hechos en su modelo reproductor que confirman esta ascendencia. La hembra desarrolla un huevo con yema que retiene interiormente durante un tiempo y luego lo pone en un nido. Igual que los reptiles, sus hijos utilizan la yema para su nutrición. Después de la incubación, los hijos se alimentan de la leche que fluye por el pelo que cubre las glándulas mamarias de la madre. (Ver fig. 22-7).

Los marsupiales tiene una forma intermedia de reproducción entre el ornitorrinco y un verdadero mamífero con placenta. Los marsupiales, el canguro y la sarigueya con dos ejemplos bien conocidos, tienen placenta por corto tiempo, sólo mientras se realiza el desarrollo embrionario. Mucho antes de que el animal en desarrollo alcance la madurez suficiente para sobrevivir con una vida independiente externa, se arrastra sobre el cuerpo de la madre hacia la bolsa que ésta tiene en el abdomen; se une a una de sus varias glándulas mamarias y así continúa su desarrollo.

a).- Características de mamíferos.

b).- Características de monotremas y marsupiales.
