

VIII EMBRIOLOGÍA



<http://ts1.mm.bing.net/th?id=H.4936099386557844&pid=15.1&H=118&W=160>

0

TEMA VIII

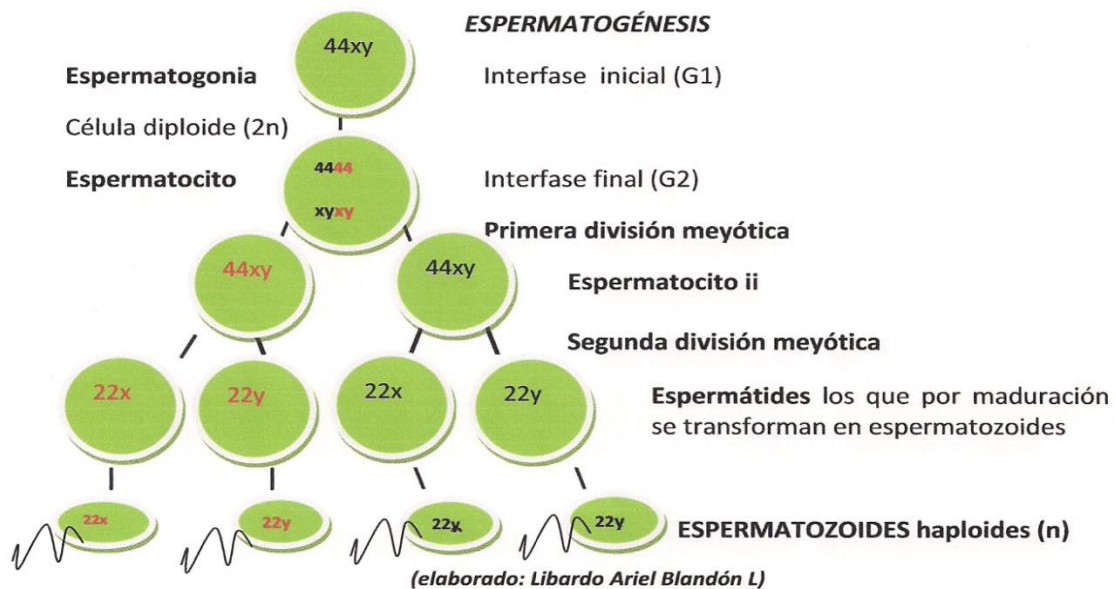
EMBRIOLOGÍA

REPRODUCCIÓN SEXUAL

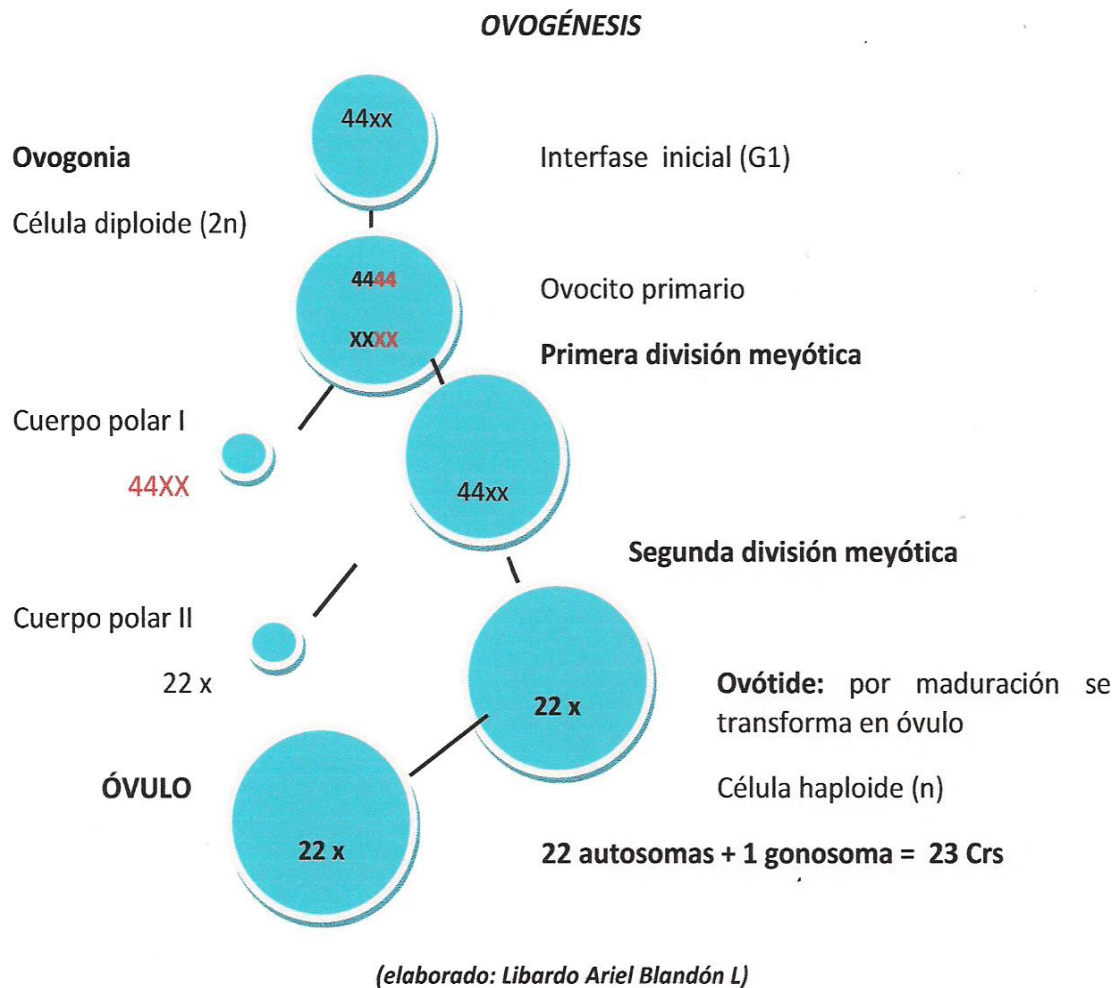
En la escala evolutiva, los seres vivos, por la necesidad de adaptarse al medio, y dada su gradual complejidad, han tenido que “inventar” mecanismos de adaptación y para ello es necesario mejorar su variabilidad genética, por lo tanto tuvieron que desarrollar un tipo de reproducción que le garantice la supervivencia en un medio que cada vez es más hostil, esto es la reproducción *sexual*.

Por definición, la reproducción sexual es aquella en la que intervienen dos gametos (células sexuales), uno masculino (polen o espermatozoide) y uno femenino, el óvulo. La formación de los gametos se llama: *gametogénesis* la cual se da por meiosis (meiosis). Las células madre llamadas *gonías* que están presentes en las *gónadas* (testículos y ovarios) sufren meiosis y originan los gametos. Las gonias se originan por mitosis, son somáticas.

1 .GAMETOGENÉISIS



Si la gonia está en el testículo se denomina *espermatoгония* y origina los espermatozoides y si se halla en el ovario se llama *ovogonia* y origina los óvulos. Algunos autores utilizan el término oogonia en vez de ovogonia, oocito en vez de ovocito, en la literatura se pueden encontrar de las dos maneras.



2 . FECUNDACIÓN Y DESARROLLO

Es de esperarse que un espermatozoide penetre la membrana del óvulo producido en el esquema anterior, fenómeno que se denomina fecundación, pero lo que ocurre verdaderamente en la gran mayoría de los animales es la fecundación de un ovocito secundario, tal vez por el efecto “*atajo*” que consiste

en utilizar caminos abreviados para lograr el mismo resultado y asegurarse un puesto en el camino de la evolución. Solamente en el erizo de mar, la hembra logra el desarrollo del óvulo hasta su estado final “*óvulo*”. Los demás animales, incluyendo el ser humano, no logran el desarrollo completo.

En humanos, cuando se forman los genitales femeninos en el vientre de la madre, a las dieciséis semanas ya están las ovogonias en proceso de formación y duplican su material genético en una interfase normal, es decir pasan de una interfase inicial (G1) a una interfase final (G2) que es el ovocito primario. Ahí se detiene el proceso, la niña termina su desarrollo intrauterino y nace con los ovocitos primarios en estado detenido.

Cuando la niña menstrúa por primera vez, uno de los muchos ovocitos que tiene en estado detenido se activa –esto es al azar- y continúa su desarrollo, entra a la primera división meiótica la cual culmina en dos células hijas, una de ellas recibe de la otra todo su contenido nutritivo y crece considerablemente: estamos en presencia de un *ovocito II* (ovocito secundario), el cual inicia su segunda división meiótica y más o menos en la metafase II de dicha división la célula vuelve a detener su desarrollo.

Se inactiva (en la gran mayoría de los vertebrados). En este momento, el folículo y las paredes del ovario se rompen y liberan la célula inactiva, la cual se dirige al oviducto donde se producen sustancias accesorias que facilitan el tránsito hacia el útero.

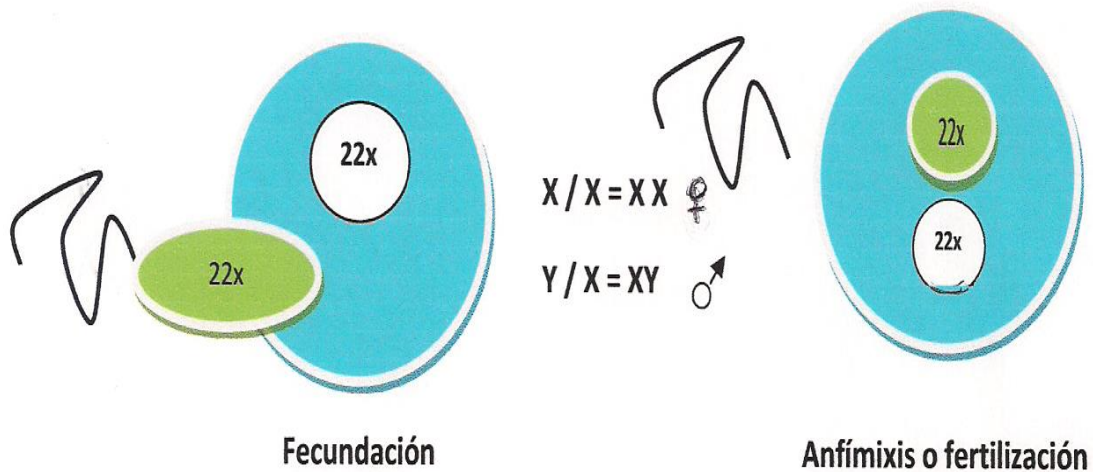
La otra célula no se desarrolla, es el *cuerpo polar I* el cual se reabsorbe. Un folículo ovárico maduro en realidad contiene un ovocito secundario, y cuando éste se libera se produce el cuerpo amarillo (cuerpo lúteo) que actúa como una glándula endocrina, produce *progesterona* que impide la activación de nuevos ovocitos y prepara el útero para albergar el posible cigoto y fijarlo para su ulterior desarrollo.

Si en el tránsito hacia el útero se encuentra con los espermatozoides, uno de ellos fecundará el ovocito; el efecto mecánico de *pinchar* la membrana, *activa* la célula, esta continúa avanzando con su anafase II de la segunda división meiótica, el material genético del espermatozoide busca su paquete homólogo de cromosomas del ovocito, constituyen un solo paquete diploide, esto se llama *fertilización*. La célula se convierte, entonces, en un cigoto y se desarrolla como embrión. Como podemos ver no se produjo ningún ovulo.

Si en el camino hacia el útero no se encuentra ningún espermatozoide, el ovocito II continúa descendiendo inactivo y es eliminado con los productos

menstruales. Aquí tampoco se produjo ningún óvulo. Esto lo demuestran los experimentos que se han hecho con ovocitos de rana cuando han sido pinchados con una aguja de disección, el ovocito se activa y continúa su segunda división meiótica, entra al proceso de segmentación y se han obtenido larvas haploides las que finalmente mueren. En este caso tampoco se han obtenido óvulos. Mientras exista, al menos un organismo, que produzca óvulos en su estado final como el erizo de mar, se mantendrá el esquema de la ovogénesis y se estará hablando de óvulos.

Diferencia entre fecundación y fertilización o Anfimixis:

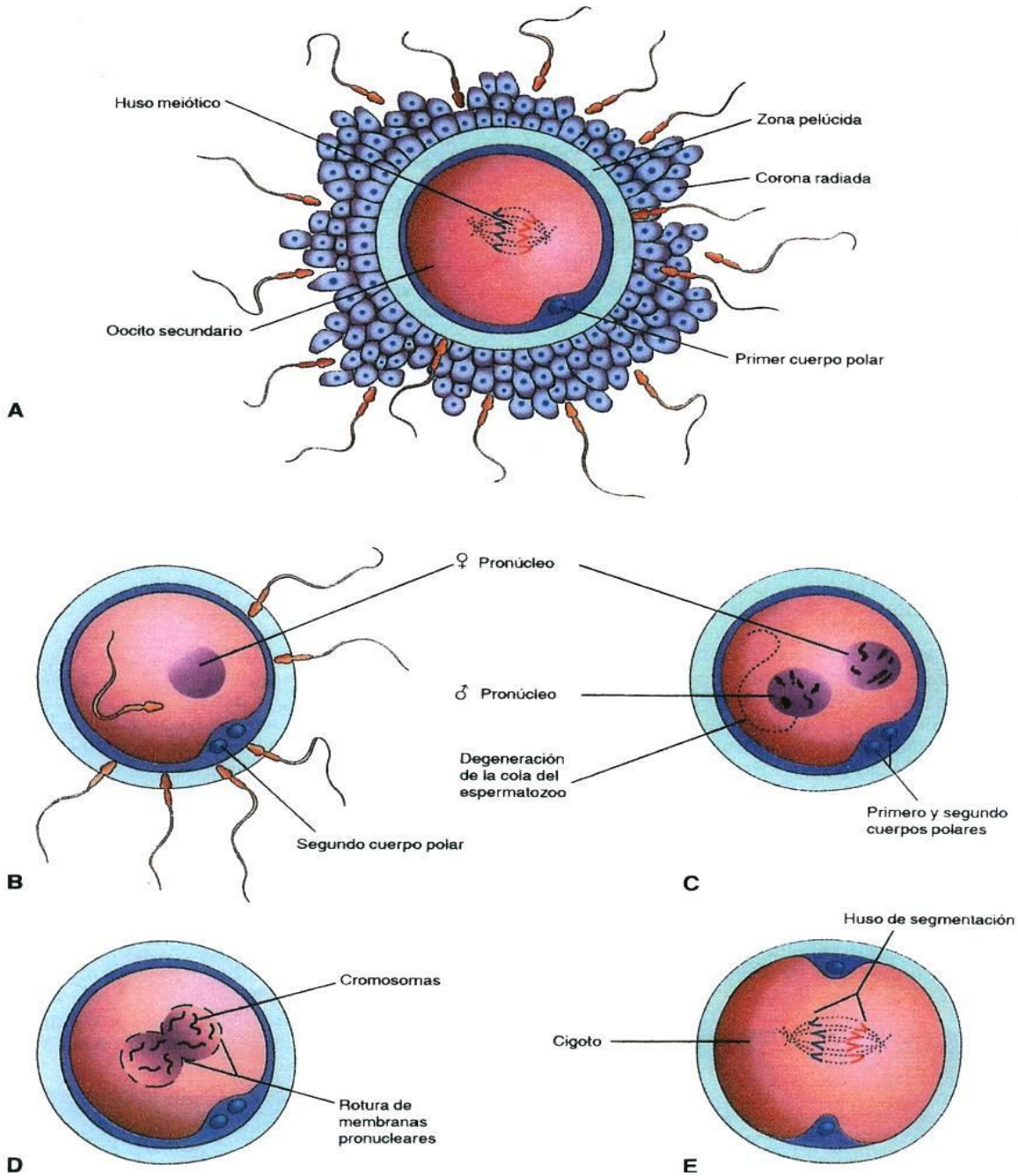


Fecundación: Penetración del espermatozoide a través de la membrana del ovocito

Fertilización: unión de los pronúcleos. Esto ocurre horas después de la fecundación.

(elaborado: Libardo Ariel Blandón L)

¿Cuál es la diferencia entre las dos?



Esquema que muestra los cambios ocurridos dentro del ovocito secundario cuando éste es fecundado

http://2.bp.blogspot.com/-T52vSWB33LU/R-T7_W9jII/AAAAAAAAAEok/9V38MyFohMM/s400/fichero_14953_20080411.jpg

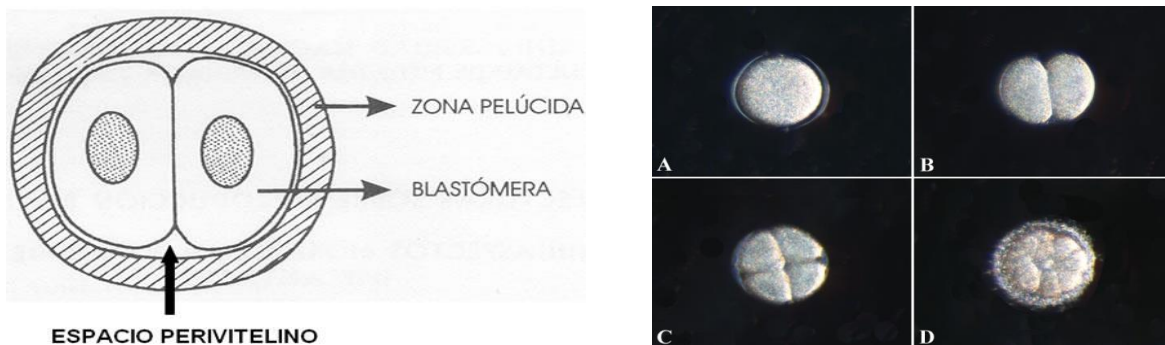
El tiempo de vida de un gameto se mide en horas, y en condiciones óptimas de temperatura y pH pueden durar hasta 48 horas. Cuando ocurre la Anfimixis o

fertilización del ovocito la célula se denomina *Zigoto* y empieza el proceso mitótico de la segmentación, El huevo fecundado presenta dos polos: el polo animal en la parte superior y el polo vegetal en la inferior.

Si varios ovocitos se desprenden al mismo tiempo del ovario y son fecundados simultáneamente, se producen igual número de cigotos, de embriones y de individuos y el parentesco es de hermanos, reciben el nombre de mellizos y pueden ser del mismo sexo o de sexos diferentes. Cuando un ovocito se desarrolla sin ser fecundado recibe el nombre *partenogénesis* hay algunos animales que se desarrollan por partenogénesis como es el caso de los zánganos en las abejas, los huevos no fecundados se desarrollan como machos, los zánganos.

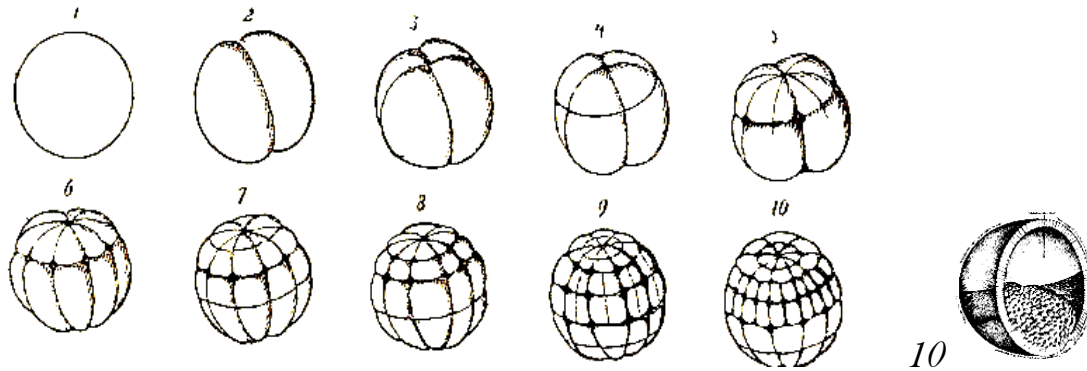
2.1. Segmentación o blastulación

El cigoto empieza una serie de divisiones mitóticas sucesivas sin que el contorno general aumente de tamaño, cada célula formada se llama *blastómero* y tienen exactamente la misma dotación genética. Si las dos primeras células formadas se separan, cada una inicia una nueva segmentación y se producen un par de gemelos; se desarrollan en un mismo saco embrionario, de ahí que los gemelos son genéticamente idénticos.



Primera división del cigoto: se producen dos blastómeros, cada uno se divide en dos, luego en cuatro y así sucesivamente hasta formar una estructura hueca en forma de *mora* llamada *blástula*.

http://www.uam.es/departamentos/ciencias/biologia/citologia/images/Lamina_desarrollo.jpg



Secuencia de divisiones continuas hasta formar la blástula. La blástula tiene el mismo tamaño de la célula original. La estructura 10 es la blástula que es una bola hueca.

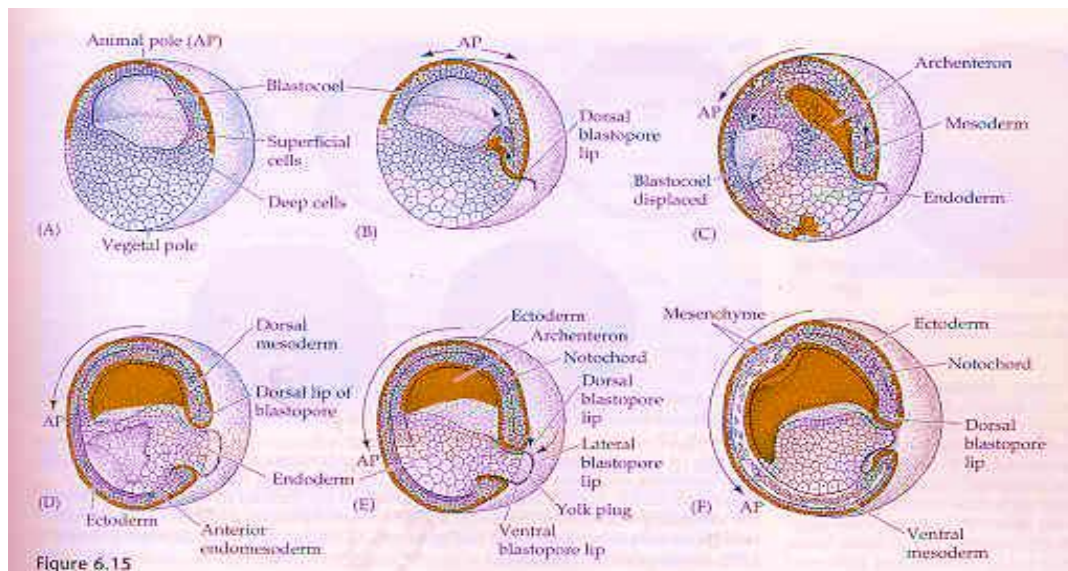
<http://www.pasapues.es/naturalezadearagon/historianatural/figura74.jpg>

2.2 . Morfogénesis

Es el origen de la forma; Obtenida la blástula -una pequeña bola hueca- los blastómeros continúan dividiéndose mitóticamente y comienzan a desplazarse hacia la parte caudal de la blástula, penetran por el blastoporo y se dirigen hacia dentro formando una cavidad cada vez mayor. Esta cavidad se llama *arquénteron* y es el futuro tracto digestivo del organismo. Esto permite que se formen tres capas y masas de tejidos diferentes. En el polo animal se forma la placa neural que da origen al sistema nervioso central. Cuando el nuevo organismo ha alcanzado esta etapa recibe el nombre de embrión, aunque las células durante esta etapa del desarrollo se organizan en grupos definidos, aún son de estructura similar (blastómeros), son células embrionarias, se pueden transformar en cualquier tipo de tejido, por tal razón se les llama *totipotenciales*.

Ya dijimos que, de los polos animal y vegetal, migran tejidos hacia la parte posterior inferior donde se forma una hendidura con un poro denominado *blastoporo* a través del cual penetran tejidos de células formando el *arquénteron*; del blastoporo se forma el ano. La cavidad avanza casi hasta tocar el extremo anterior superior, allí se origina la boca del nuevo individuo. En el polo animal (parte superior) se origina la *placa neural*. Ésta forma una cresta (cresta neural) que origina un tubo (tubo neural) en sentido cefalocaudal que da origen al encéfalo y la médula espinal. Y la parte basal donde descansa el tubo neural y que es menos superficial da origen a la *notocorda*. En los vertebrados esta notocorda origina la columna vertebral.

Al finalizar estos movimientos de tejidos tenemos una estructura: la *gástrula* con tres tejidos básicos: *mesodermo*: es la masa superior entre la cresta neural y la parte superior del arquenteron, da origen a estructuras llamadas *somitas* a partir de las cuales se originan los músculos y las vértebras. Hacia la superficie ventral del embrión, las células mesodérmicas forman el revestimiento del *celoma* que constituye la cavidad principal del cuerpo, las células del polo animal que no migran hacia el interior del embrión se denominan células del *ectodermo*, a partir de éstas se originan todas las estructuras que constituyen el sistema nervioso y la piel del animal. El *endodermo* es la capa más interna y origina los epitelios del tracto digestivo, de la tráquea, de bronquios y pulmones, revestimiento de la uretra, hígado y páncreas.



Transformaciones que sufre la blástula para convertirse en embrión, la última estructura es una gástrula, por eso se denomina gastrulación.

<http://template.bio.warwick.ac.uk/staff/rold/images/gastrulation.jpg>

2.3.. Diferenciación u organogénesis

Mientras las células sean embrionarias o indiferenciadas pueden ser transplantadas de un tejido a otro y pronto se acomodarán para cumplir su nueva función, no obstante, a medida que el desarrollo embrionario va avanzando, sus células alcanzan un estado de irreversibilidad tal que forman un tipo específico de célula y adquieren unas funciones muy definidas, han adquirido un grado de especialización celular. Mientras esto ocurre se

empiezan a sintetizar un número de proteínas propias de cada grupo específico de células, así las células del músculo cardíaco, en proceso de diferenciación, empiezan a sintetizar un tipo especial de proteína: una *proteína contráctil* denominada *miosina cardíaca*; los glóbulos rojos en proceso de diferenciación inician la síntesis de la *hemoglobina*; las células del tejido conjuntivo, empiezan a sintetizar colágeno y demás proteínas extracelulares y así sucesivamente hasta terminar de originar los diferentes órganos.

Cuando se han terminado de formar los diferentes órganos, viene la etapa de *desarrollo* que consiste en perfeccionar u optimizar los órganos que se han formado y en preparar al nuevo ser para el nacimiento; en este momento es tan grande el grado de especialización o diferenciación que si se trasladan células a otro tejido se mueren. El desarrollo continúa hasta el momento del nacimiento, momento en el cual el individuo debe estar preparado para enfrentarse a un medio adverso y nuevo para él, el mundo externo.

2 . FORMACIÓN DE LOS ÓRGANOS SEXUALES EN HUMANOS

Para entender esta parte de la embriología es necesario saber que existen caracteres sexuales primarios y secundarios, los *primarios* son definidos por los gonosomas y los *secundarios* por las hormonas gonadotrópicas. Los primeros definen y los segundos adecuan, por eso es necesario que nos familiaricemos con las hormonas que actúan allí debido a que ellas son los elementos que pulen o afianzan la parte somática del individuo. En el estado prenatal, cuando la madre no ha cumplido, aún, la semana 16, el hijo que espera todavía no se ha diferenciado sexualmente desde el punto de vista somático. Ya el embrión, desde la fecundación, tiene definido su sexo genéticamente: es XX (hembra) o es XY (macho). Estos son los *caracteres sexuales primarios* (definidos por los gonosomas).

Los *caracteres sexuales secundarios* son definidos por hormonas gonadotrópicas. LH (hormona luteinizante) que promueve la producción de progesterona o sea la hormona del cuerpo lúteo y HFS (hormona estimulante del folículo) que promueve la formación del folículo en el ovario, estimula la secreción de estrógenos y la maduración del futuro óvulo conjuntamente con otra hormona: la HL proveniente de la pituitaria. HFS también se produce en varones y actúa en la formación de túbulos seminíferos y en la producción de espermatozoides.

Los andrógenos son hormonas masculinas producidas por los testículos, la más común es la testosterona que produce los caracteres sexuales secundarios. Como voz ronca, modales bruscos, barba, hombros anchos y caderas estrechas entre lo más destacados. En las hembras, la progesterona cumple dichas funciones: voz aguda, modales delicados, formación de senos, caderas anchas y hombros estrechos entre otros.

El estado morfológico del embrión dentro de la madre gestante, antes de la semana 16 no se ha definido, Si la madre espera un varón, el hecho de ser XY es suficiente para que estimule en sus glándulas suprarrenales, células de Leydig, la producción de pequeñas cantidades de *testosterona*: hormona que induce la formación de órganos genitales externos masculinos; como testículos, desarrollo de una estructura el “clítoris” que origina el pene, y la presencia de un escroto que en el nacimiento albergará los testículos. Cuando se forman los testículos, ya está en capacidad de producir su propia testosterona para el ulterior desarrollo, por lo tanto en la madre empieza a disminuir la producción de dicha hormona. Esta testosterona será la responsable de garantizar al nuevo individuo el desarrollo como varón con sus caracteres sexuales secundarios adecuados.

Si la madre espera una dama, el hecho de ser XX ya es suficiente para que estimule en su glándula pituitaria la producción de hormonas femeninas para desarrollar órganos genitales internos femeninos: ovarios, hendidura vaginal externa y todo lo que tiene que ver con la arquitectura de sus genitales femeninos. La presencia de progesterona inhibe el crecimiento del clítoris, el cual aparece como un pequeño pene que nunca se desarrolló.

Mientras se están formando dichos genitales, las gonias (células madre del ovario), comienzan a prepararse para su primera división meiótica, duplican su material genético (pasan de G1 a G2 de la interfase) dando origen a muchos ovocitos primarios, estos ovocitos primarios se inactivan y permanecen así durante el resto del embarazo de la madre, y el nacimiento; pero en la pubertad, con la menarquia (primera menstruación) empiezan a activarse nuevamente uno por uno cada 28 días (en promedio). Este proceso ocurre en los ovarios y son controlados por las hormonas femeninas. Estas hormonas se encargan de garantizar que el soma femenino adecue sus caracteres sexuales secundarios de acuerdo con el patrón esperado: un soma femenino. También se cumple el caso de que los gonosomas definen y las hormonas pulen o adecuan. Las anomalías que se dan por aumento de hormonas contrarias al sexo normal, inducen el desarrollo de los órganos contrarios, dando origen a las

malformaciones de los genitales conocidas como *hermafroditismo*; éste es de tres clases:

1. Hermafroditismo perfecto: cuando el organismo presenta los dos órganos genitales (masculino y femenino) y ambos son funcionales, y además el organismo se puede autofecundar: es el caso de la *tenia* o solitaria en cuyos proglótides presenta los dos genitales (masculino y femenino), siendo ambos funcionales, pueden autofecundarse.

2. Hermafroditismo imperfecto: cuando el organismo tiene los dos órganos genitales funcionales pero no es capaz de autofecundarse, se aparea con otro y le penetra su órgano masculino a la vez que es penetrado por el otro en su órgano femenino, hay un intercambio de espermatozoides; este es el caso de los caracoles y la lombriz de tierra.

3. Pseudohermafroditismo: es el caso de aquellos organismos que tienen dimorfismo sexual *El macho es morfológicamente diferente de la hembra* pero han sufrido un desbalance hormonal en el momento de la formación de sus genitales en el embrión. Si se produce, en exceso, una hormona contraria, altera el desarrollo normal de sus genitales y adquiere la tendencia de formar los órganos contrarios. Ejemplo una hembra con genitales masculinos desarrollados, clítoris grande o un macho con testículos hendidos, pene muy poco desarrollado. Cuando se da el caso de tener genitales normales pero exceso de hormonas contrarias, se produce el efecto de *machos afeminados* o de *hembras con modales masculinos*, de ahí la importancia que juegan las hormonas en el moldeamiento masculino o femenino del individuo.

LO QUE DEBEMOS SABER DEL TEMA:

1. Establezca un paralelo entre la espermatogénesis y la ovogénesis
Establezca diferencias entre espermatocito primario y secundario y entre ovocito primario y secundario.
2. Explique con sus propias palabras: por qué decimos que no es el óvulo el que es fecundado sino un ovocito secundario.
3. Cómo se clasifican las gonias y dónde se producen.

4. Explique la diferencia entre fecundación y fertilización o anfimixis.
5. Explique en qué consiste la segmentación y cómo se denominan las células que se forman.
6. Qué diferencia existe entre mellizos y gemelos.
7. Qué son células embrionarias y cuál es su principal característica.
8. Explique con sus propias palabras: el proceso de la gastrulación o morfogénesis.
9. Qué tejidos u órganos se producen a partir de los tejidos: ectodermo, mesodermo y endodermo.
10. En qué consiste el fenómeno de la diferenciación en un embrión.
11. En qué consiste el proceso de desarrollo embrionario.
12. Explique cómo se originan los genitales en hombres y mujeres.
13. En qué consiste el hermafroditismo en un animal. Clases.
14. En qué consiste la partenogénesis y dé un ejemplo.
- 15.Cuál es la función de los gonosomas.
16. Cuáles son los caracteres sexuales secundarios y cuáles son las hormonas que influyen en cada sexo.
17. A qué etapa de la embriogénesis corresponde el siguiente esquema, colóquele los nombres.

