

Tema: "GAMETOGENESIS"

ESPERMATOGÉNESIS

Los espermatozoides se producen en los testículos

Los testículos se localizan en el escroto. Esta ubicación mantiene a los testículos entre 0.5 y 3 °C más fríos que el centro del cuerpo, dependiendo de si el hombre se encuentra de pie (más fríos) o sentado (más calientes) y el tipo de ropa que use. Las temperaturas más bajas promueven el desarrollo de espermatozoides. El lugar donde se producen los espermatozoides se denominan túbulos seminíferos, los cuales son huecos y están enrollados, casi llenan los testículos (FIGURA 1a).

Por otro lado, las células intersticiales, que sintetizan la testosterona, se localizan en los espacios entre los túbulos (FIGURA 1b).

Justo en el interior de la pared de cada tubo seminífero se encuentran las células conocidas como espermatogonias, que

producen los espermatozoides, así como unas células mucho más grandes, las células de Sertoli, que nutren a los espermatozoides

en desarrollo y regulan su crecimiento (FIGURA 1b). Las

espermatogonias son células diploides que llevan a cabo mitosis, formando dos tipos de células hijas (FIGURA 2). Una célula hija sigue siendo una espermatogonia, asegurando

el suministro continuo durante

toda la vida del hombre. La

otra célula hija se hace cargo

de la espermatogénesis, el

proceso de desarrollo que

produce espermatozoides

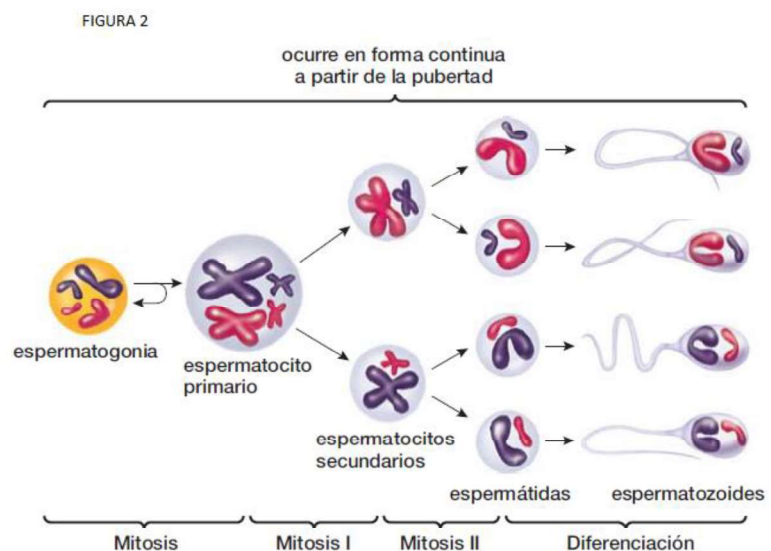
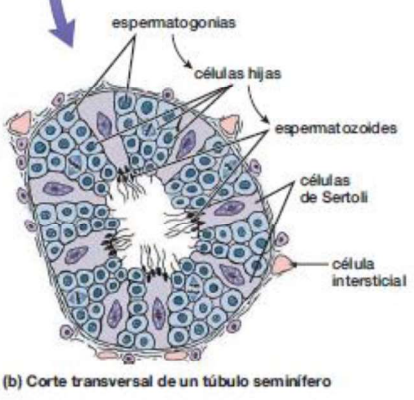
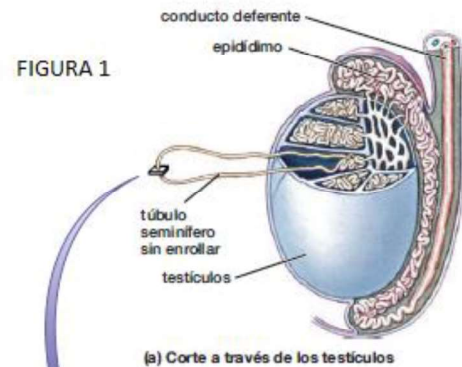
haploides.

La espermatogénesis

empieza cuando la célula hija

encargada de este proceso se

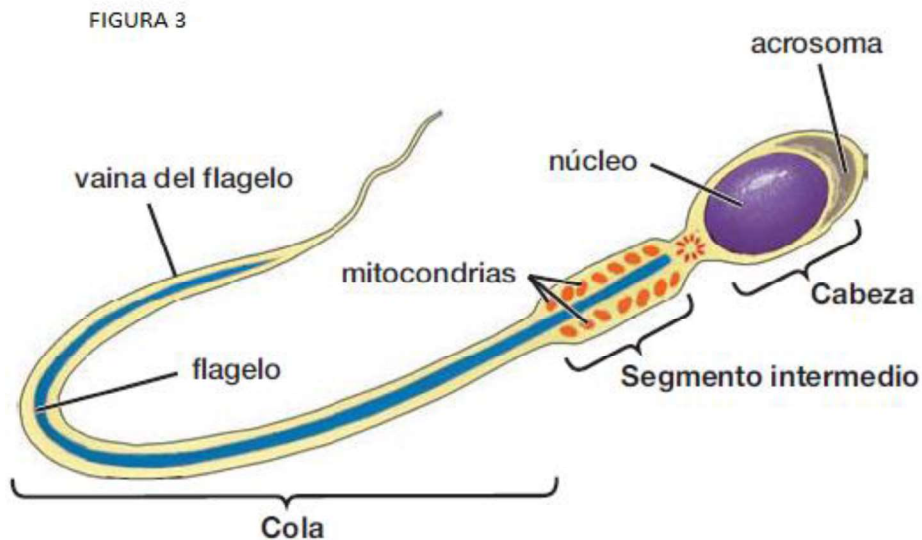
diferencia en un



espermatocono primario, una célula diploide grande que lleva a cabo la división celular meiótica. Al término de la primera etapa de la meiosis (meiosis I), cada espermatocono primario da lugar a dos espermatoconos secundarios haploides, cada uno de los cuales pasa por una meiosis II, produciendo dos espermátidas. De esta manera, cada espermatocono primario genera un total de cuatro espermátidas. Las espermátidas se diferencian en los espermatozoides sin otra división celular.

Las espermatogonias, los espermatoconos y las espermátidas se encuentran envueltas en pliegues de las células de Sertoli. Durante la espermatogénesis, los espermatozoides en desarrollo migran hacia la cavidad central del túbulo seminífero en el cual los espermatozoides maduros son liberados

Un espermatozoide humano (FIGURA 3) es diferente a cualquier otra célula del cuerpo. La mayor parte del citoplasma desaparece, de modo que el núcleo haploide casi llena la cabeza del espermatozoide. Arriba del núcleo se encuentra un lisosoma especializado llamado acrosoma. Éste contiene enzimas que disuelven las capas protectoras alrededor del óvulo, permitiendo que el espermatozoide entre en éste y lo fecunde. Detrás de la cabeza se encuentra el segmento intermedio, rodeado de mitocondrias. Éstas proporcionan la energía necesaria para mover la cola, que en realidad es un flagelo largo. Los movimientos en forma de látigo de la cola impulsan al espermatozoide a través del aparato reproductor femenino.



Control Hormonal de la Espermatogénesis

La espermatogénesis empieza en la pubertad, cuando el hipotálamo libera una hormona llamada **hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)**, que estimula la hipófisis anterior para que produzca. Hormona Luteinizante (LH) y Folículo Estimulante (FSH). La LH estimula las células intersticiales de los testículos para que produzcan

Actividades de repaso:

1. Marca con una X las características correspondientes a la espermatogénesis

Se reinicia en la pubertad, cuando queda definido el número de células reproductivas	Inicia una vez el feto alcanza los cinco meses de gestación en su desarrollo embrionario	Ocurre en los testículos y comprende cuatro fases donde se obtienen los espermatozoides	Comienza en la pubertad y dura, aproximadamente, de 65 a 75 días
--	--	---	--

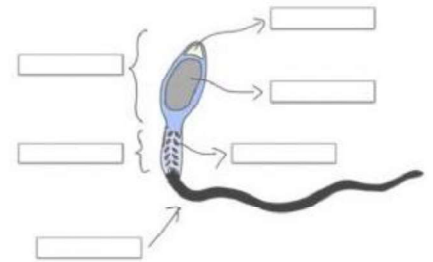
2. Completa:

GAMETOGENÉISIS

El proceso de formación de gametos se llama:

La formación de los espermatozoides se denomina:

Los espermatozoides se forman en los dentro de los



3. Investiga y contesta:

1. ¿Cómo se llama el proceso mediante el cual se originan las células sexuales o gametos?
2. ¿Cómo se denominan las primeras células germinativas del ser humano?
3. ¿Qué ocurre durante el proceso de la gametogénesis?
4. ¿Cuáles son los gametos que se originan en el proceso anterior?
5. De acuerdo al tipo de gametos ¿Cómo se puede dividir el proceso de gametogénesis?
6. ¿Qué es la espermatogénesis?
7. ¿Cuántas etapas tiene el proceso anterior? ¿Cuáles son?
8. ¿Cómo se denominan las células que dan origen al espermatozoide?
9. ¿Cuáles es el lapso de tiempo para que las espermatogonias se conviertan en espermatozoides?

OVOGÉNESIS

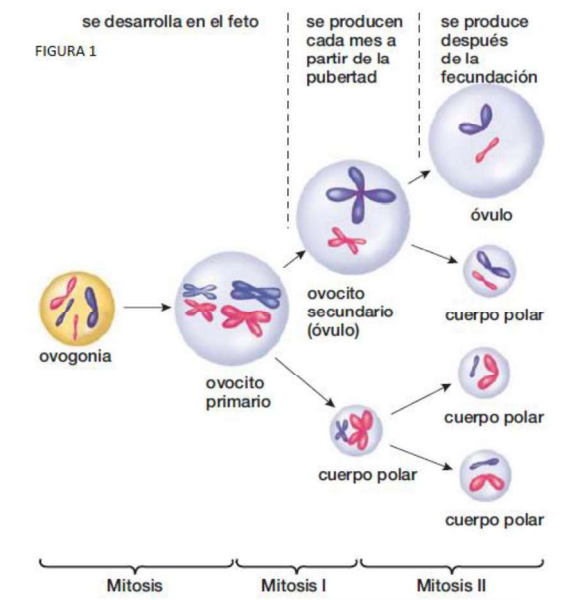
La producción de óvulos en los ovarios empieza antes del nacimiento.

La **ovogénesis** es la formación de óvulos. Inicia durante el desarrollo de los ovarios en el embrión femenino (FIGURA 1).

La ovogénesis se inicia con la formación de las células diploides llamadas **ovogonias**, desde la sexta semana del desarrollo embrionario.

A partir de la novena semana y hasta la vigésima semana, las ovogonias se agrandan y se diferencian, convirtiéndose en **ovocitos primarios**. Aproximadamente en la semana 20, todos los ovocitos primarios comienzan una división celular meiótica, pero ésta se detiene durante la profase de la meiosis I. Ninguno de los ovocitos primarios reanudará la división celular meiótica hasta la pubertad, quizá entre los 11 y 14 años.

Una mujer nace con la reserva de ovocitos primarios para toda su vida (**alrededor de 1 a 2 millones**), y no genera ovocitos nuevos posteriormente. Muchos de ellos mueren cada día, pero alrededor de **400 mil** permanecen en la pubertad. Sólo unos cuantos ovocitos reanudan la división celular meiótica durante cada mes del periodo reproductivo de la mujer, desde la pubertad, hasta la menopausia.



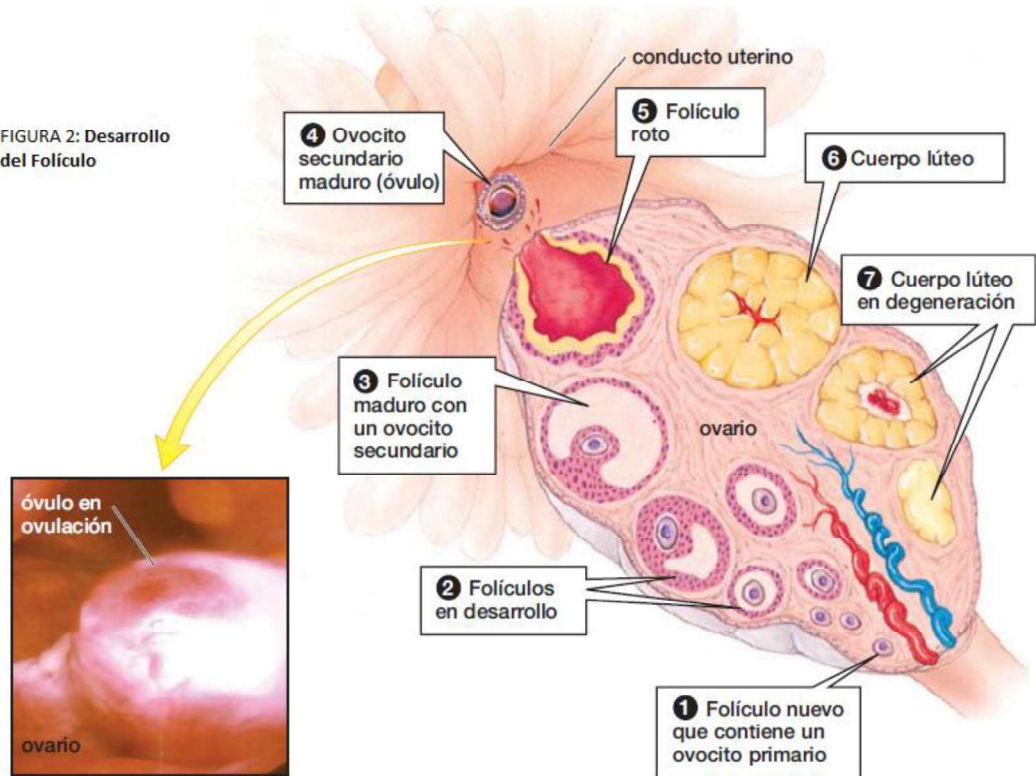
▲ **FIGURA 1** **Ovogénesis** Una ovogonia se agranda para formar un ovocito primario. En la meiosis I, casi todo el citoplasma se incluye en una célula hija, el ovocito secundario. La otra célula hija es un pequeño cuerpo polar que contiene cromosomas, pero poco citoplasma. En la meiosis II, casi todo el citoplasma del ovocito secundario se incluye en el óvulo, y un segundo cuerpo polar pequeño descarta los cromosomas "extras" restantes. Es probable que el primer cuerpo polar sufra también la segunda división meiótica. Con el tiempo, los cuerpos polares se degeneran. En los seres humanos, la meiosis II no ocurre a menos que un espermatozoide penetre el óvulo.

Desarrollo del Folículo

Observamos la siguiente imagen:

- Alrededor de cada ovocito 1° se encuentra una capa de células más pequeñas que nutren a la célula en desarrollo y además secretan hormonas sexuales femeninas. Juntos, el **ovocito 1°** y estas **células auxiliares**, constituyen un **folículo (1)**
- Durante el ciclo menstrual, hormonas de la hipófisis (FSH y LH) y estimulan el desarrollo de alrededor de una docena de folículos (2 y 3). Las pequeñas células del folículo se dividen y aumentan en número, nutriendo al ovocito en desarrollo. Usualmente, sólo un folículo madura por completo durante cada ciclo menstrual.
- A medida que el folículo se desarrolla, su ovocito 1° completa la meiosis I, dividiéndose en un solo ovocito 2° y un cuerpo polar.
- Cuando el folículo madura, se vuelve más grande y se llena de líquido. La ovulación ocurre cuando el ovocito secundario se expulsa del folículo a través de la superficie del ovario (4).
- La meiosis II no ocurre a menos de que el óvulo sea fecundado.
- Algunas de las células del folículo acompañan al óvulo, pero la mayoría permanece en el ovario (5), donde se agrandan, formando una glándula temporal conocida como **cuerpo lúteo (6)**.
- El cuerpo lúteo secreta estrógeno y como hormona secundaria, progesterona. Estas hormonas estimulan el desarrollo del recubrimiento uterino.
- Si la fecundación no ocurre, el cuerpo lúteo se desintegra en unos pocos días después (7).

FIGURA 2: Desarrollo del Folículo



Los folículos en desarrollo secretan estrógeno, que estimula el endometrio para que se engrose y desarrolle una extensa red de vasos sanguíneos y glándulas. Después de la ovulación, el estrógeno y la progesterona liberados por el cuerpo lúteo estimulan aún más el endometrio. Por tanto, si un óvulo es fecundado, encuentra un ambiente rico donde crecer. No obstante, si el óvulo no es fecundado, el cuerpo lúteo se desintegra, bajan los niveles de estrógeno y progesterona y el endometrio crecido se desintegra también. El útero se contrae (en ocasiones, provocando cólicos menstruales) y exprime el exceso de tejido endometrial. Esto propicia un flujo de tejido y sangre llamado menstruación (del latín mensis, que significa “mes”).

CICLO MENSTRUAL

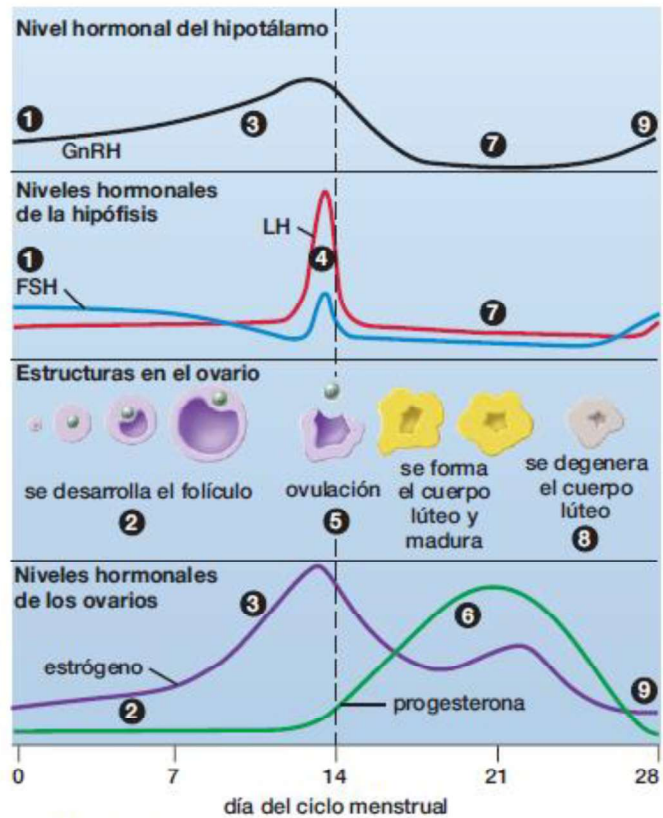
Consiste en realidad en dos ciclos:

Ciclo Ovárico: acá las interacciones de las hormonas producidas por el hipotálamo, la hipófisis anterior y los ovarios impulsan el desarrollo de folículos, la maduración de ovocitos y la conversión de las células del folículo después de la ovulación en el cuerpo lúteo

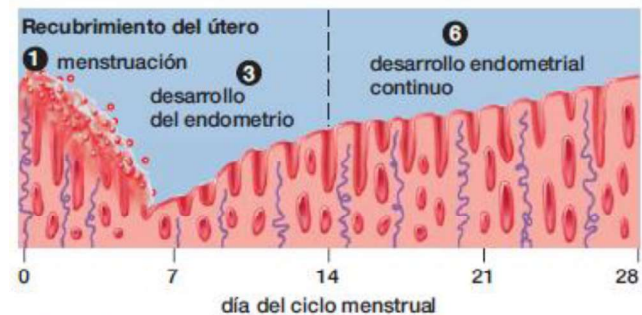
Ciclo Uterino: en el que el estrógeno y la progesterona producidos por los ovarios impulsan el desarrollo del endometrio del útero.

① El hipotálamo libera de manera espontánea GnRH (panel superior). La GnRH estimula la hipófisis anterior (segundo panel) para que libere FSH (línea azul) y LH (línea roja). En ese momento, el endometrio del útero sigue protegido (paso ① en la figura 41-17b)

② La FSH estimula el desarrollo de varios folículos dentro de cada ovario (tercer panel). Las pequeñas células del folículo que rodean al ovocito secretan una pequeña cantidad de estrógeno (línea morada, cuarto panel). Bajo las influencias combinadas de FSH y LH provenientes de la hipófisis anterior y el estrógeno que se produce en los folículos, estos últimos crecen. El ovocito primario dentro de cada folículo se agranda, almacenando alimento y otras sustancias que serán utilizadas por el óvulo fecundado durante el inicio de su desarrollo. Por lo general, sólo un folículo completa su desarrollo cada mes.



(a) Ciclo ovárico



(b) Ciclo uterino

③ El folículo en maduración secreta cantidades cada vez mayores de estrógeno, el cual tiene tres efectos.

1°: promueve el desarrollo continuo del folículo y del ovocito primario dentro (tercer panel).

2°: estimula el crecimiento del endometrio (paso ③ en la figura 41-17b).

3°: el estrógeno estimula el hipotálamo para que libere más GnRH (panel superior).

④ El aumento de GnRH estimula una oleada de LH alrededor de 13° y el 14° días del ciclo (segundo panel). El aumento de LH tiene tres consecuencias importantes: 1°: se dispara la reanudación de la meiosis I en el ovocito, produciendo el ovocito secundario y el primer cuerpo polar. ⑤

2°: incrementa la LH provoca la ovulación

3°: se transforma los remanentes del folículo en el cuerpo lúteo (ambas en el tercer panel).

El cuerpo lúteo secreta tanto estrógeno (línea morada, cuarto panel) como progesterona (línea verde, cuarto panel), que estimulan aún más el crecimiento del endometrio (paso 6 en la figura 41-17b).

7 El estrógeno y la progesterona inhiben la producción de GnRH, reduciendo la liberación de FSH y LH, y previniendo así el desarrollo de más folículos.

8 Si el óvulo no es fecundado, el cuerpo lúteo empieza a desintegrarse alrededor de 12 días después de la ovulación (tercer panel) el cuerpo lúteo provoca su propia destrucción.

9 Sin el cuerpo lúteo, los niveles de estrógeno y progesterona bajan al mínimo, y la mayor parte del endometrio del útero se desintegra. Su sangre y tejidos son desechados formando el flujo menstrual. Los niveles reducidos de estrógeno y progesterona ya no inhiben el hipotálamo, de modo que la liberación espontánea de GnRH se reanuda. La GnRH estimula la liberación de FSH y LH, lo que inicia el desarrollo de un nuevo grupo de folículos y reinicia el ciclo (de regreso al paso 1 en los ciclos ovárico y uterino).

Preguntas de Repaso

- 1) ¿Qué es el ciclo menstrual y cuánto dura?
- 2) ¿Qué es la ovulación, ¿cuándo se produce y cuánto dura?
- 3) ¿Qué provoca el inicio del ciclo menstrual?
- 4) ¿Qué hormonas intervienen en el ciclo menstrual?
- 5) ¿De dónde provienen las hormonas que intervienen en el ciclo?

Tema: “FECUNDACIÓN”

La fecundación se produce cuando un espermatozoide penetra un óvulo, por lo general en una de las trompas de Falopio (en el conducto uterino).

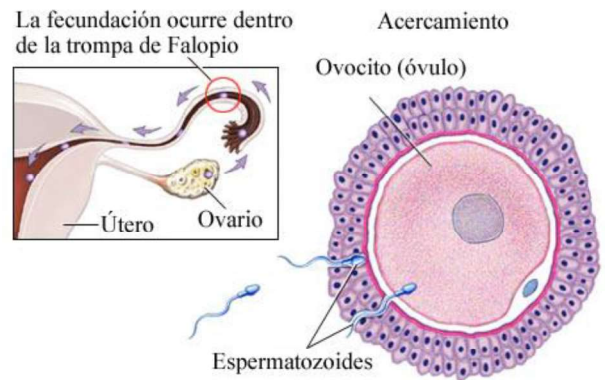
Ni los espermatozoides ni los óvulos viven aislados por mucho tiempo. En condiciones ideales, los espermatozoides viven de 2 a 4 días (en raras ocasiones) dentro del aparato reproductor femenino, y un óvulo sin fecundar

sigue siendo viable durante un día más o menos. Durante el coito, el pene libera espermatozoides en la vagina. Los espermatozoides se mueven a través del cérvix, en el útero y, por último, entran en los conductos uterinos. Si la copulación ocurre a uno o dos días de la ovulación, los espermatozoides pueden encontrarse con un óvulo en uno de los conductos uterinos.

Cuando sale del ovario, el óvulo está rodeado de células foliculares. Estas células, llamadas ahora **corona radiada**, forman una barrera entre los espermatozoides y el óvulo (FIGURA 1a). Una segunda barrera, la **zona pelúcida**, se encuentra entre la corona radiada y el óvulo. En el conducto uterino, cientos de espermatozoides llegan hasta el óvulo y rodean la corona radiada (FIGURA 1b).

Cada espermatozoide libera enzimas de su acrosoma. Estas enzimas debilitan tanto la corona radiada como la zona pelúcida, permitiendo a los espermatozoides llegar al óvulo. Si no hay suficientes espermatozoides, no se libera la cantidad suficiente de enzima, y ninguno de los espermatozoides alcanzará el óvulo. Ésta puede ser la razón por la que la selección natural da lugar a la eyaculación de tantos

espermatozoides. Quizá uno entre 100 mil es el que llega al conducto uterino, y uno de cada 20 de éstos llega al óvulo, de modo que centenares de los varios cientos de



◀ FIGURA 1 El ovocito secundario y la fecundación (a) Un ovocito secundario humano (óvulo) poco después de la ovulación. Los espermatozoides deben digerir para abrirse camino a través de la corona radiada en la zona pelúcida a fin de llegar al ovocito. (b) Los espermatozoides rodean al ovocito, atacando la corona radiada y la zona pelúcida.

(b) Espermatozoides que rodean un ovocito

millones de espermatozoides eyaculados se unen para enfrentar las barreras alrededor del óvulo.

Primeras Etapas del Desarrollo Embrionario

Etapa 1:

Cuando el primer espermatozoide finalmente entra en contacto con la superficie del óvulo, las membranas plasmáticas del óvulo y el espermatozoide se fusionan, y la cabeza del espermatozoide es jalada hacia el citoplasma del óvulo. Cuando el espermatozoide entra, provoca dos cambios críticos: el primero es que las vesículas cerca de la superficie del óvulo liberan compuestos químicos en la zona pelúcida que la refuerzan y evitan que entren otros espermatozoides. El segundo es que el óvulo sufre la meiosis II. La fecundación ocurre cuando los núcleos haploides del espermatozoide y el óvulo se fusionan, formando un núcleo diploide.

Etapa 2

El cigoto, formado por una única célula, sigue desplazándose por la trompa en su camino hacia el útero y comienza a dividirse. Al final del segundo día ya está formado por dos células que se mantienen juntas. Empiezan las distintas segmentaciones del cigoto.

Etapa 3

Las células continúan dividiéndose hasta formar un embrión de 32 células, llamado mórula debido a su aspecto de mora o pelota maciza.

Etapa 4

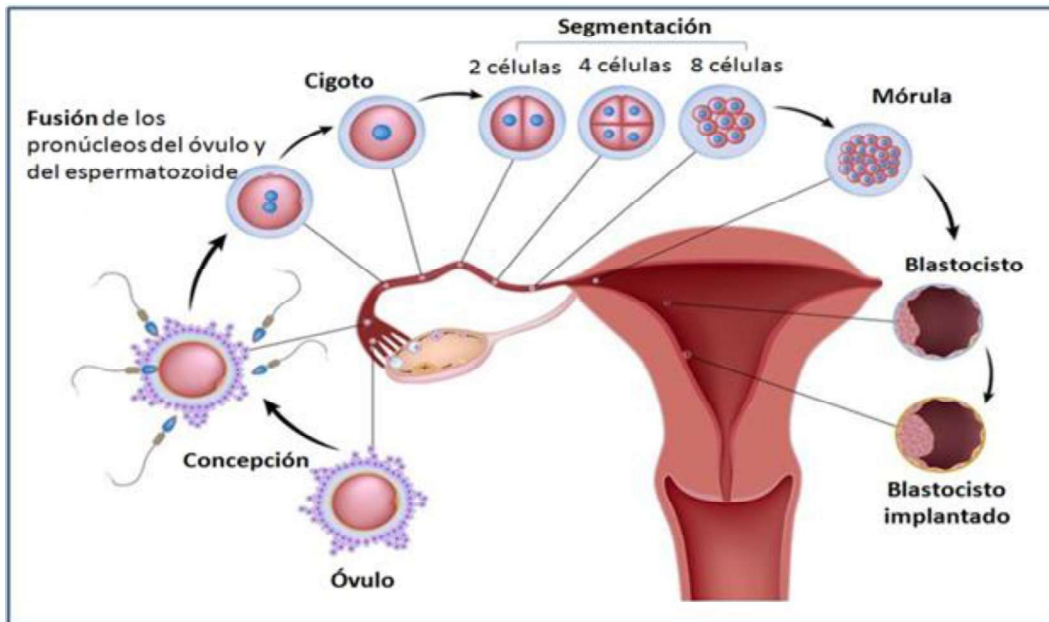
Se forma una cavidad en el interior de la mórula que adopta la forma de una pelota hueca. Esta estructura se denomina blastocisto temprano.

Etapa 5

Un grupo de células se condensa en el interior del blastocisto y forma una masa compacta dispuesta en un extremo; así se constituye el denominado blastocisto tardío. Las células de la masa interna originarán el embrión propiamente dicho, es decir, todos sus tejidos y órganos y, por tanto, los de la futura persona adulta. En cambio, las células de la cubierta producirán las estructuras externas al embrión, como la placenta, que tienen la función de nutrir y proteger al embrión.

Etapa 6

El embrión anida (se implanta) en la pared del útero que se ha preparado para este acontecimiento recubriéndose de una capa denominada endometrio. Este proceso se extiende hasta el día 14 después de la fecundación.



Algunos defectos en el sistema reproductor masculino o femenino pueden evitar la fecundación. Por ejemplo, el hecho de que el conducto uterino esté bloqueado puede evitar que los espermatozoides lleguen hasta el óvulo; asimismo, un hombre con bajo conteo de espermatozoides (menos de 20 millones por mililitro de semen) quizá no pueda embarazar a una mujer a través del coito debido a que son muy pocos los espermatozoides que llegan al óvulo.

Les dejo el enlace a un video para ampliar el tema: “**FECUNDACIÓN | Donde todo empieza**”: <https://youtu.be/PwEagsWPuco>
<https://youtu.be/wyubHBnjTR8>

Actividades:

En clase lee el texto “**Reproducción de Alta Tecnología**” proporcionado por la profesora y responde de manera grupal:

1. ¿De qué trata el texto?
2. ¿A quién están destinados los fármacos para la fecundidad? ¿Cómo funcionan y que desventajas traen?
3. ¿Cómo funciona la FIV?
4. ¿Qué es ICSI? ¿Cómo funciona y qué ventajas tiene?
5. ¿En la actualidad se puede seleccionar el sexo de un bebé mediante fertilización *in vitro*?