

REPRODUCCIÓN

Nos reproducimos sexualmente, para ello producimos células especiales llamadas **gametos** en órganos llamados **gónadas**.

Las mujeres producen **óvulos** en los **ovarios** y los hombres producen **espermatozoides** en los **testículos**.

1. Anatomía del aparato reproductor femenino

El sistema reproductor femenino está formado:

– Genitales externos

- **Vulva:** está formada por varias estructuras que rodean la entrada de la vagina. Comprende los labios mayores, los labios menores y el clítoris.

- Los **labios mayores** son dos repliegues cutáneos que forman por delante una almohadilla de grasa llamada **monte de Venus**, situada sobre el pubis.

- Por detrás, entre la vagina y el ano, los labios mayores se unen a una serie de músculos para formar el **periné**, o **piso de la pelvis**.

- Los **labios menores** son dos finos repliegues de piel situados por dentro de los labios mayores. Delimitan el **vestíbulo**, espacio donde se ubican, de adelante atrás, el **meato urinario** y el **orificio vaginal**. Este último, en la mujer virgen, está parcialmente cerrado por una membrana llamada himen. Por delante, los labios menores forman un capuchón que cubre parte del clítoris. Éste es un órgano eréctil, situado en la parte anterior y superior de la vulva.



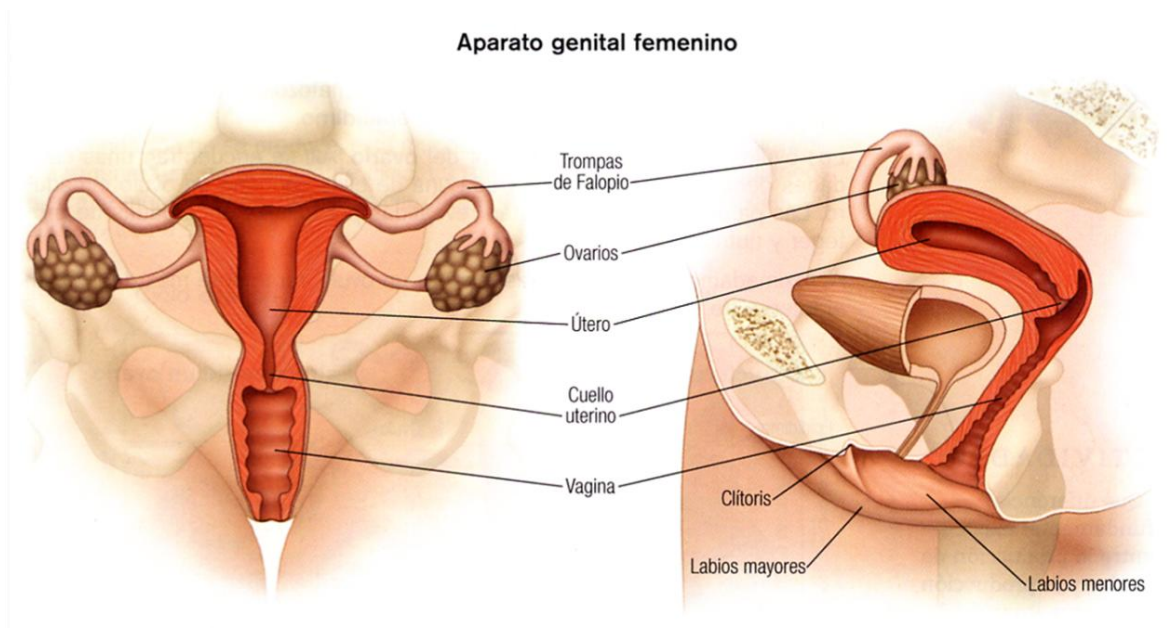
– Genitales internos (ovarios, las trompas de Falopio, el útero y la vagina).

- **Ovarios:** Los ovarios son las gónadas femeninas. Son órganos pares, del tamaño de una almendra, ubicados en la cavidad pélvica. Tienen dos funciones:
 - Ovogénesis.
 - Secreción de hormonas femeninas.

- **Las trompas de Falopio:** son tubos musculares que se extienden desde el ovario hasta el útero. Internamente, las trompas están tapizadas por un epitelio ciliado y mucoso. Las trompas transportan al ovocito liberado por el ovario. Los espermatozoides ascienden por las trompas y allí se produce la fecundación.



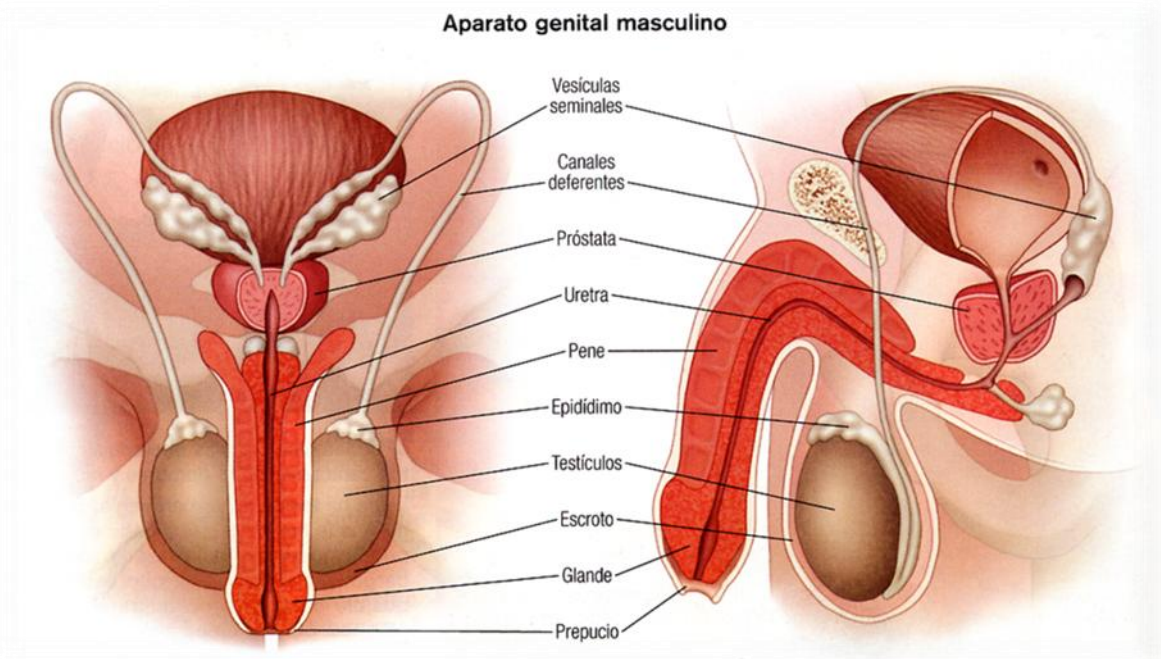
- **El útero o matriz** es el órgano donde se implanta y se desarrolla el embrión hasta el nacimiento. Es un órgano hueco, muscular, en forma de pera, de tamaño ligeramente inferior al puño y está tapizado por el endometrio. Una de las capas del **endometrio** es expulsada durante la menstruación. Las contracciones de la musculatura lisa que forma parte de la pared del útero permiten la expulsión del feto y de la placenta en el momento del parto.
- El extremo inferior del útero posee un esfínter muscular, el **cérvix o cuello uterino**, por donde pasan los espermatozoides en su camino hacia el ovocito. En el momento del nacimiento, el cuello se dilata y permite la salida del feto. La **vagina** es un tubo muscular que comunica el cuello del útero con el exterior del cuerpo. Es el órgano receptivo para el pene y también el canal de parto, y su interior es ligeramente ácido.



2. Anatomía del aparato reproductor masculino

–El sistema reproductor masculino consta de los siguientes órganos:

- **Gónadas u órganos sexuales primarios:** son los testículos, sus funciones consisten en la producción de gametos masculinas (espermatogénesis) y la secreción de hormonas sexuales masculinas.
- **Conductos genitales:** incluyen al **epidídimo**, al **conducto deferente**, al **conducto eyaculador** y a la **uretra**. Se encargan del transporte del semen al exterior.
- **Glándulas anexas:** **próstata**, **vesículas seminales** y **glándulas bulbo uretrales o de Cowper**. Secretan los componentes del semen.
- **Pene:** es el órgano copulador.

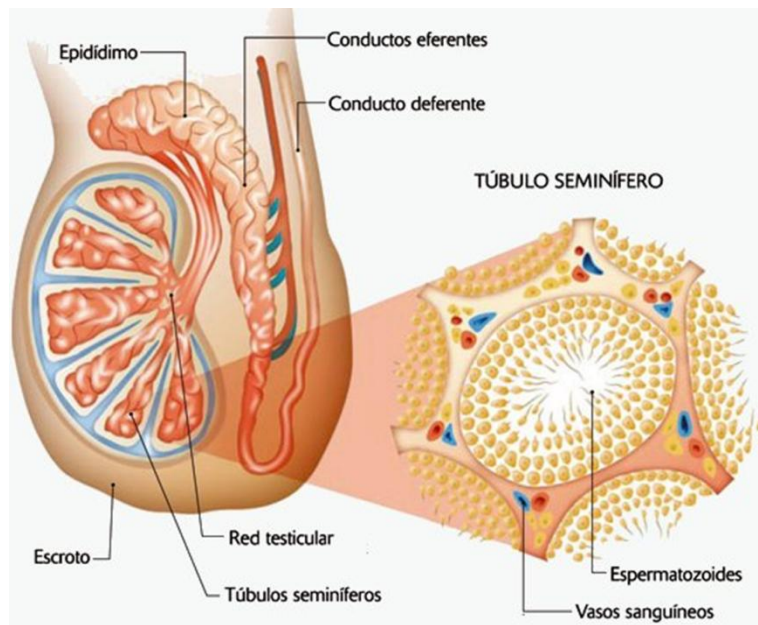


3. Testículos

Los testículos están ubicados fuera de la cavidad abdominal, dentro de un sistema de cubiertas concéntricas que se designan en conjunto con el nombre de **bolsas**. Las paredes de las bolsas constan de una capa externa, la piel o **escroto**, de fibras musculares lisas, tejidos elástico y fibroso y una membrana dependiente del peritoneo.

Los testículos descienden hasta las bolsas desde la cavidad abdominal en el último trimestre del embarazo, atravesando las paredes del abdomen por el canal inguinal. Su posición en las bolsas permite que tengan una temperatura 2-3°C menor que la temperatura corporal interna, lo cual es necesario para la producción de los espermatozoides.

En el interior de los testículos se encuentran los **túbulos seminíferos**, donde se forman los espermatozoides a partir de las células germinales. En el tejido intersticial, ubicado entre los túbulos, se encuentran las **células de Leydig**, con función endócrina. Éstas secretan las hormonas esteroideas masculinas y otras sustancias. Los túbulos seminíferos poseen una membrana basal, que los separa del intersticio. Las paredes de los túbulos están formadas por las **células de Sertoli** y las células germinales. Las células de Sertoli tienen prolongaciones que rodean y envuelven a las células germinales en desarrollo, formando la barrera hematotesticular. Además,



contribuyen a la formación del líquido seminal.

Las **células germinales** van migrando desde los bordes hacia el centro del túbulo, siempre contenidas por las células de Sertoli, a medida que avanzan en su desarrollo. Finalmente, cuando se diferencian los espermatozoides, éstos son liberados en la luz de los túbulos. Como la citocinesis no se produce hasta el final de la espermatogénesis, todas las células derivadas de una espermatogonia permanecen conectadas por un citoplasma común. Al culminar la diferenciación, los puentes citoplasmáticos se rompen y los espermatozoides aparecen en la luz al mismo tiempo. Los túbulos seminíferos se vacían en una red de conductillos, la **rete testis (red testicular)**, de la cual nacen los **vasos eferentes**. Desde allí los espermatozoides son transportados hacia el **epidídimo**.

4. La espermatogénesis o gametogénesis masculina

La producción de gametos mediante la división meiótica recibe el nombre de **gametogénesis**.

La gametogénesis tiene lugar en las gónadas u órganos sexuales, a partir de las células germinales diploides ($2n=46$).

Se denomina **espermatogénesis** a la formación de espermatozoides y ovogénesis a la formación de óvulos. Las células germinales masculinas, o espermatogonias mantienen la población de células germinales y dan origen a los espermatozoides. La población de espermatogonias se mantiene mediante divisiones mitóticas, que generan más espermatogonias diploides.

La espermatogénesis se inicia en la pubertad, cuando algunas espermatogonias comienzan diferenciarse a **espermaticitos primarios**. Estos experimentan la meiosis I, originando dos **espermaticitos secundarios** haploides ($n=23$). Cada espermaticito secundario completa la meiosis II, obteniéndose cuatro **espermátidas**, también haploides ($n=23$). La citocinesis tiene lugar al final del proceso. Las espermátidas ya no se dividen; solamente sufren un proceso de diferenciación, llamado espermiogénesis, para convertirse en **espermatozoides**.

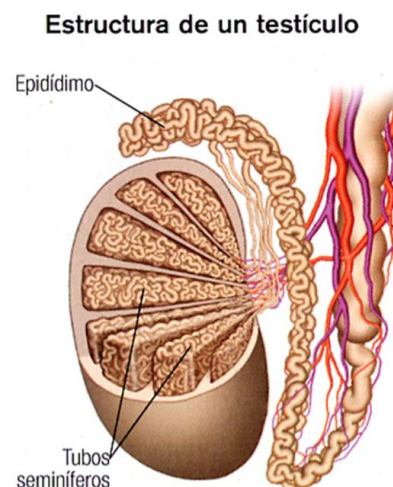
El espermatozoide ya diferenciado posee una cabeza, un cuello y una cola. La **espermiogénesis** implica una pérdida de citoplasma, la formación del acrosoma, un derivado lisosómico cuyas enzimas participarán en la fecundación, y la adquisición del flagelo, que constituirá la cola del espermatozoide. Sin embargo, los espermatozoides no adquieren movilidad hasta después de su almacenamiento en el epidídimo. Todo el proceso de espermatogénesis dura alrededor de 64 días y depende de la hormona masculina la testosterona. Debido al mantenimiento de una población de espermatogonias, la espermatogénesis puede formarse hasta una edad avanzada.

5. Conductos genitales y glándulas anexas: recorrido de los espermatozoides y formación del semen

El sistema de conductos genitales permite la maduración de los espermatozoides, los almacena y los propulsa al exterior, al mismo tiempo que las glándulas anexas añaden las secreciones que componen el **semen**, el líquido que baña a los espermatozoides.

El **epidídimo** es un largo conducto, de unos 6 m de longitud y muy enrollado, ubicado por encima del testículo. Los espermatozoides permanecen unos 12 días dentro del epidídimo, donde completan su maduración y adquieren la capacidad de moverse, haciéndose potencialmente fértiles.

El epidídimo se continúa con el **conducto deferente**, un tubo muscular de unos 40 cm de longitud y forma parte del cordón espermático junto con los vasos y nervios del testículo. Ya en la cavidad abdominal, el conducto deferente se une con la vesícula seminal de su lado, formando el **conducto eyaculador**. El conducto deferente es el principal sitio de almacenamiento de los espermatozoides.



Las **vesículas seminales** son pequeñas glándulas que elaboran el 60% del líquido seminal. Secretan un líquido que contiene fructosa, destinada a nutrir a los espermatozoides, y prostaglandinas. Se cree que éstas serían responsables de inducir una peristalsis invertida en el tracto genital femenino, favoreciendo así el ascenso de los espermatozoides por el mismo. Los conductos eyaculadores derecho e izquierdo conducen el semen hasta la uretra, donde desembocan en el espesor de la próstata que los habilitan para la fecundación.

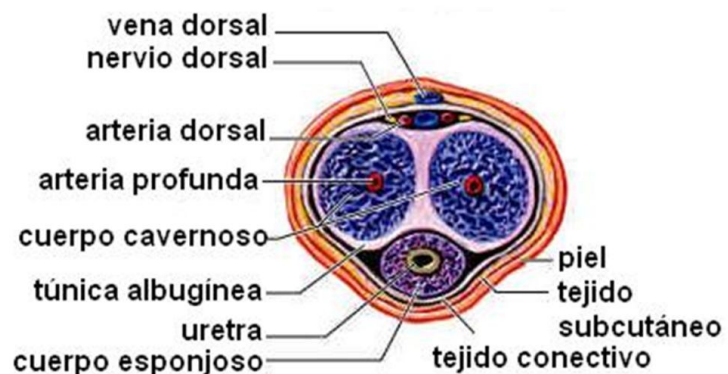
La **próstata** es una pequeña glándula que rodea a la uretra cuando ésta abandona la vejiga urinaria. Aporta alrededor de un 20-30% del semen. Secreta un líquido lechoso y alcalino, que contrarresta la acidez de las secreciones producidas por el conducto deferente y las vesículas seminales, lo mismo que la acidez vaginal. La próstata tiende a hipertrofiarse en los adultos, pudiendo obstruir la vía urinaria. También es un lugar frecuente de carcinogénesis en el varón.

La parte final de la vía espermática la constituye la **uretra**, órgano común a los sistemas urinario y genital masculinos. La uretra termina en el meato urinario, en el extremo del pene, por donde el semen alcanza el exterior. Los espermatozoides pueden vivir varias semanas dentro de los conductos genitales masculinos. Si no son eyaculados, se reabsorben. Una vez eyaculados sólo sobreviven entre 24 y 48 horas. En el tracto genital femenino se lleva a cabo la última etapa de la diferenciación de los espermatozoides, en la cual se ajustan ciertos detalles de su estructura que los habilitan para la fecundación.

6. Pene.

El pene es el órgano encargado de transferir el semen al aparato genital femenino. Está formado por los **tejidos eréctiles** y las **cubiertas** que los rodean. Los tejidos eréctiles incluyen los **cuerpos cavernosos**, el **cuerpo esponjoso**, dentro del cual transcurre la uretra, y el **glande**, que forma el extremo anterior del pene. El glande está rodeado por un repliegue tegumentario denominado **prepucio**. Los tejidos eréctiles presentan espacios sinusoidales que se dilatan durante la excitación sexual y se rellenan con sangre.

CORTE TRANSVERSAL DEL PENE



7. La gametogénesis femenina u ovogénesis.

Las células germinales femeninas, **ovogonias**, se reproducen por mitosis en la gónada embrionaria, hasta que, entre el tercero y el séptimo mes de la vida prenatal, se diferencian a **ovocitos I**. El número de éstos es limitado, pues ya no existen células madre. En la vida prenatal los ovocitos I inician la primera meiosis, pero ésta queda interrumpida en la profase antes del nacimiento. En el momento del nacimiento, una niña posee alrededor de 1.000.000 de ovocitos, todos detenidos en la profase I. Así permanecen hasta la pubertad.

A partir de la pubertad, en cada ciclo menstrual, varios folículos (las estructuras que contienen los ovocitos), comienzan a madurar. Sin embargo, habitualmente sólo uno de ellos, el folículo dominante, completa su maduración. El ovocito I del folículo dominante retoma y concluye la primera división meiótica.

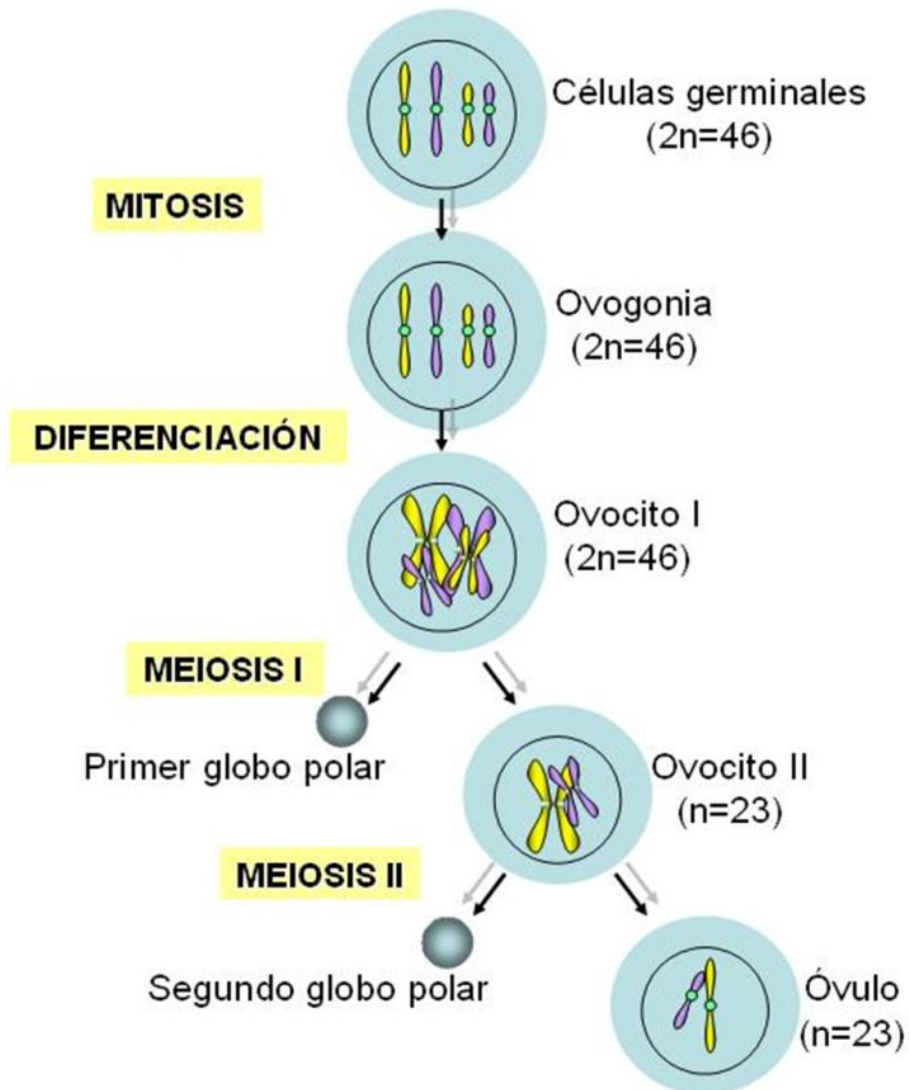
El resultado de la meiosis I son dos células haploides: el **ovocito II** y el **primer corpúsculo polar**. La citocinesis ocurre de tal forma que el ovocito II recibe casi todo el citoplasma en detrimento del cuerpo polar. Este último muere, en tanto el ovocito II es liberado del ovario, en el proceso llamado **ovulación**.

El ovocito II comienza su descenso por la trompa de Falopio, donde inicia la meiosis II. Sin embargo, esta división se completa solamente si el ovocito II es fecundado. En este caso, se forman

dos células: el **óvulo**, el gameto funcional que inmediatamente se fusiona con el núcleo del espermatozoide, y otro pequeño **corpúsculo polar**, que degenera.

Por lo tanto, partiendo de un ovocito I, en la mujer se obtiene un solo gameto funcional. Cuando no hay fecundación, el ovocito II muere en la trompa de Falopio, sin terminar la segunda división meiótica.

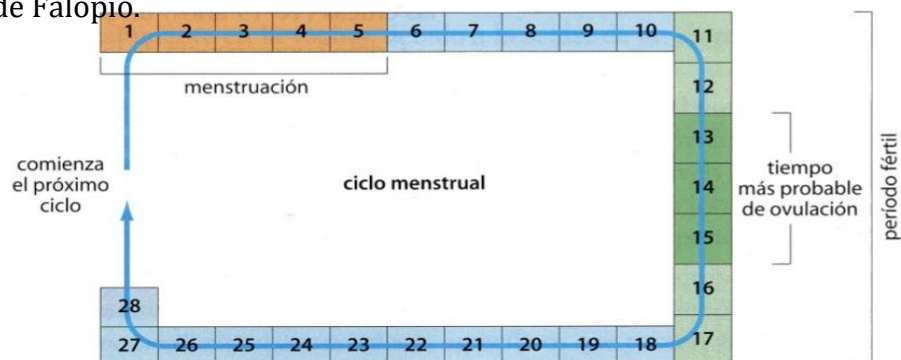
A lo largo de la vida llegan a madurar alrededor de 400 ovocitos, desde la pubertad hasta la menopausia. Los ovocitos que maduran en los últimos ciclos pueden haber tardado alrededor de 50 años en completar la división meiótica. Esto hace que las mujeres mayores que quedan embarazadas tengan mayores probabilidades de generar descendencia con anomalías en el número cromosómico.



8. Los ciclos del aparato reproductor femenino

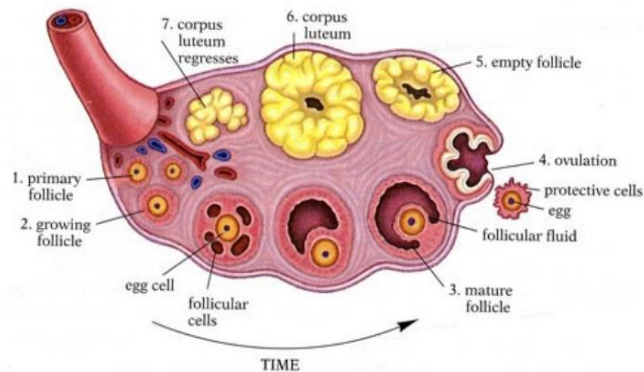
1. El ciclo menstrual.

- Durante la vida reproductiva de la mujer se producen variaciones cíclicas mensuales de la secreción de las hormonas que controlan al aparato reproductor y producen una serie de cambios en ciertos órganos sexuales, entre otros el ovario y el útero, y preparan al organismo para un posible embarazo. A ese conjunto de cambios se le denomina **ciclo sexual femenino o ciclo menstrual**.
- La primera pérdida de sangre menstrual se produce en la **pubertad**, y marca el inicio de la vida reproductiva. El final de la misma es marcada por la **menopausia**, que ocurre alrededor de los 50 años y es el cese de los ciclos menstruales.
- La duración normal del ciclo menstrual es de 28 días, aunque es variable. Solo suele ser interrumpido por el embarazo.
- El primer día de sangrado menstrual corresponde al día 1 del ciclo. Así, cuando llega el día 14 aproximadamente, en la mitad del ciclo, se produce la **ovulación**, que consiste en la liberación de un ovocito secundario desde el ovario hacia la trompa de Falopio.



2. El ciclo ovárico.

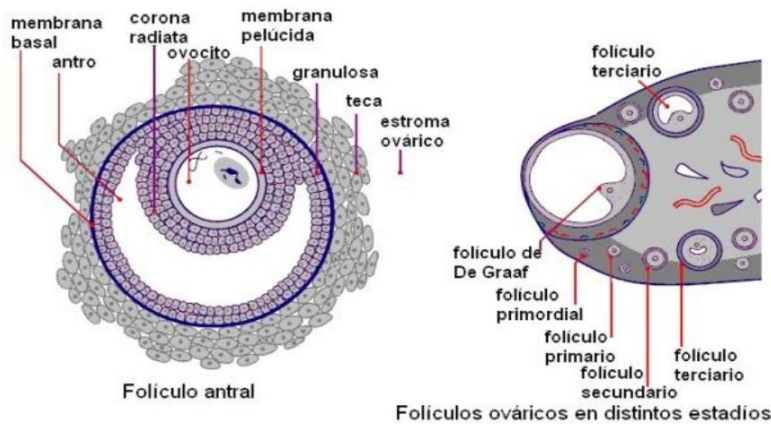
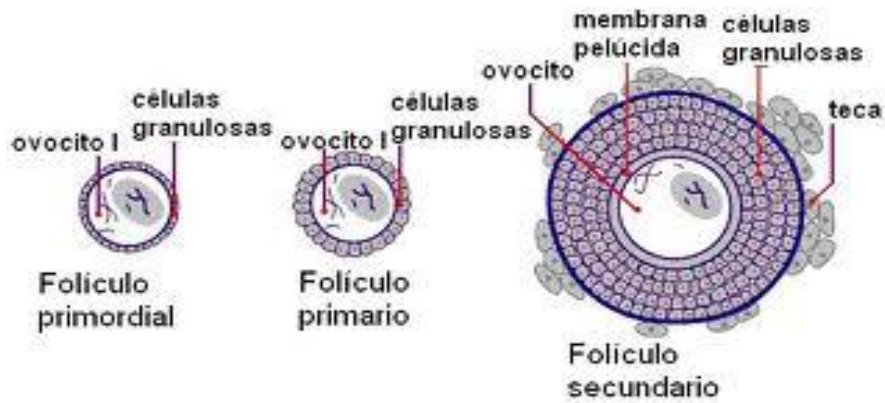
Los ovarios están formados por una zona cortical y una zona medular. En la zona cortical se encuentran los **folículos ováricos**. Éstos, en el momento del nacimiento, sólo constan de un ovocito primario, detenido en la profase de la primera división meiótica, rodeado de una capa de células foliculares planas. Muchos de estas células foliculares se atrofian antes de la pubertad. Cuando la pubertad llega perduran 400.000 folículos primordiales, sin ninguna modificación desde el nacimiento. A partir de la pubertad, cierto número de folículos empieza a madurar durante cada ciclo menstrual, por lo que en el ovario coexisten folículos primordiales con otros en distinta etapa de desarrollo.



2.1. Etapas del desarrollo folicular

- **Folículo primordial:** Es el folículo en la fase de reposo. El ovocito primario se encuentra rodeado por las células foliculares que reciben el nombre de "células de la granulosa".
- **Folículo primario:** Se caracteriza por un aumento de tamaño del ovocito, que se rodea de una membrana, la zona pelúcida. Las células de la granulosa se multiplican y adquieren forma cúbica.
- **Folículo secundario:** Continúa la proliferación de las células granulosa, entre las cuales comienza a acumularse líquido. Durante esta etapa las células del estroma, que forman tejido conectivo, forman la teca, alrededor de la membrana basal.
- **Folículo terciario o antral:** Se forma el antro, una cavidad llena de líquido entre las células de granulosa. En esta etapa se pueden distinguir dos capas, la teca interna, con predominio celular y la teca externa, de tejido conectivo más denso.
- **Folículo de Graaf:** Es el folículo preovulatorio. Alcanza alrededor de 2'5 cm de diámetro y sobresale en la superficie de la corteza ovárica. El ovocito ocupa en el interior una posición excéntrica, y las células de la granulosa forman la **corona radiata**, un conjunto que rodea al ovocito y lo conecta con la periferia del folículo.

El desarrollo de un folículo primordial hasta la fase antral dura aproximadamente 3 meses.



2.2. Fases del ciclo ovárico

El ciclo ovárico consta de dos fases:

- **Fase folicular:** Se extiende desde el día 1 al día 14, cuando ocurre la ovulación.
- **Fase lútea:** Que abarca desde la ovulación hasta el fin de ciclo.

2.2.1. Fase folicular

Comienza con el crecimiento rápido de varios folículos, debido al estímulo hormonal.

A los 7 días aproximadamente, uno de esos folículos será elegido, y completará su desarrollo hasta la ovulación. El resto degenera, convirtiéndose en folículos atrésicos.

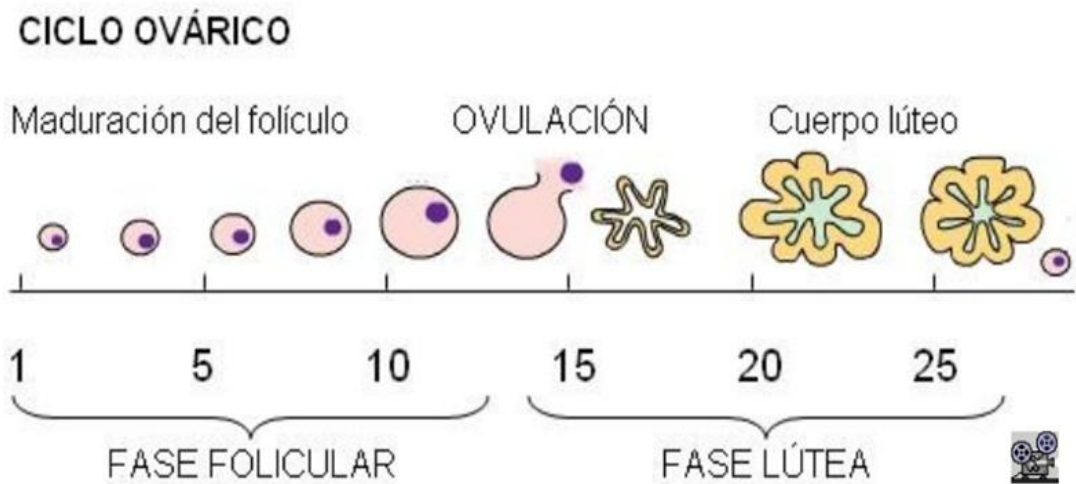
Durante el desarrollo del folículo dominante se completa la primera división meiótica, formando el ovocito II y el primer corpúsculo polar, que permanece entre el ovocito y la membrana pelúcida.

El día 14, se concreta la ovulación, rompiéndose en la superficie del ovario el folículo dominante. El ovocito II es conducido, junto con la corona radiata y el líquido folicular hacia las Trompas de Falopio, donde inicia la segunda división meiótica.

Tras la ovulación, pueden suceder dos cosas. Si durante las 24 horas siguientes a la ovulación se produjo alguna relación sexual, entonces el ovocito II podrá ser fecundado y completar su segunda división meiótica, con la formación de una célula huevo o cigoto. Si no se produce fecundación, este ovocito muere en las Trompas de Falopio.

2.2.2. Fase lútea

Tras la ovulación, los restos del folículo que permanecen en el ovario se transforman en el **cuerpo amarillo o cuerpo lúteo**. Su color amarillo se debe a la acumulación de lípidos, y se produce la secreción de hormonas sexuales femeninas. El cuerpo lúteo tiene aproximadamente una vida de 10 días. Si no se produce fecundación durante ese tiempo, el cuerpo lúteo involucrena y se convierte en el cuerpo blanco, inactivo, que puede persistir unos meses hasta desaparecer por completo.



Si se produce fecundación, el cuerpo lúteo perdura hasta el 3^o o 4^o mes de embarazo.

3. Ciclo endometrial

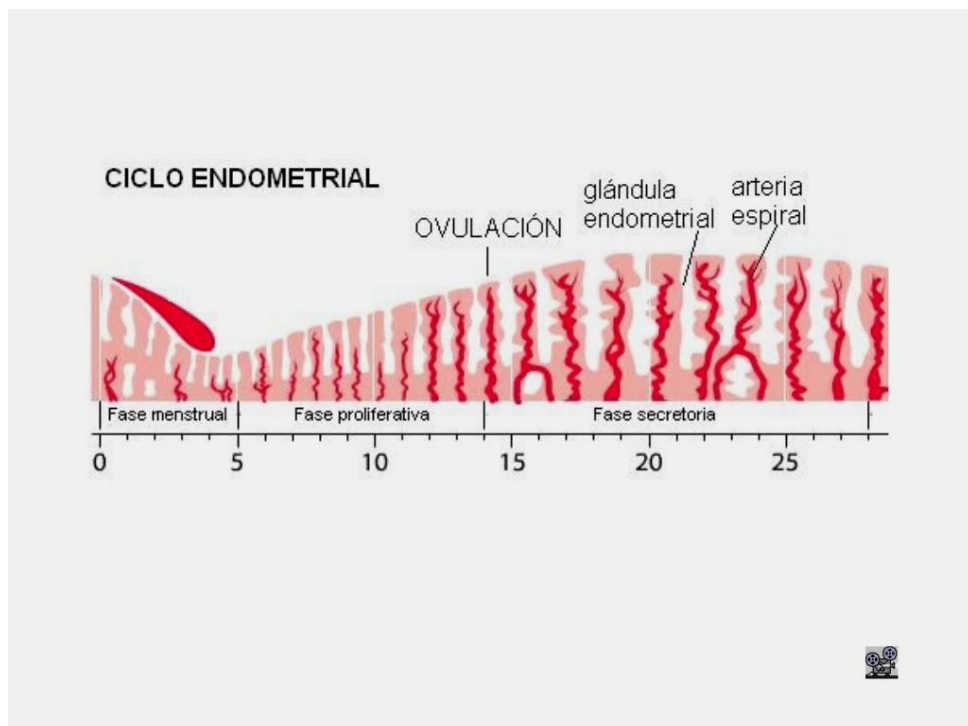
Útero: El útero es el órgano donde se implanta y desarrolla el embrión cuando se produce un embarazo. Los cambios que afectan al endometrio durante un ciclo menstrual lo preparan para recibir al embrión después de la ovulación. Cuando no hay fecundación, el cuerpo amarillo involucrena y la falta de estímulo hormonal provoca la caída de la capa superior del endometrio.

3.1. Fases del ciclo endometrial

- **Fase menstrual:** Las arterias que nutren el estrato superior del endometrio, sufren una vasoconstricción, alrededor del día 25 o 26 del ciclo. La falta de irrigación ocasiona la necrosis (muerte) de la capa superior del endometrio.

Finalmente, éste se descama y se elimina junto con la sangre en la que se conoce como fase menstrual o menstruación. El día 1 del ciclo se considera el día de eliminación del flujo menstrual. La menstruación se extiende por 5 días, aproximadamente.

- **Fase proliferativa:** Se regenera el estrato superior del endometrio a partir de la capa basal. Para el día 14, cuando ocurre la ovulación, el endometrio está completamente regenerado.
- **Fase secretoria:** El endometrio se prepara para la posible implantación de un embrión. Las glándulas endometriales forman gránulos de glucógeno. El pico de actividad glandular se alcanza hacia el día 21. Éste es el tiempo en el que, en caso de haberse producido fecundación, se implanta el embrión.



4. Regulación hormonal del sistema reproductor femenino

Tanto el sistema reproductor masculino como el femenino se **hallan bajo el control de las hormonas del eje hipotálamo-hipofisario**. Existen tres jerarquías de hormonas:

- **Hormona liberadora de gonotropinas (GnRH) hipotalámica:** Encargada de estimular la secreción de gonadotropinas por parte de la hipófisis. Sus niveles aumentan en la pubertad y disminuyen en la menopausia. La secreción de GnRH está sujeta a retroalimentación negativa por los esteroides ováricos
- **Gonadotrofinas hipofisarias: FSH y LH.** La FSH induce la maduración del folículo ovárico, y la LH dispara la ovulación e induce la secreción de hormonas sexuales por parte del ovario.

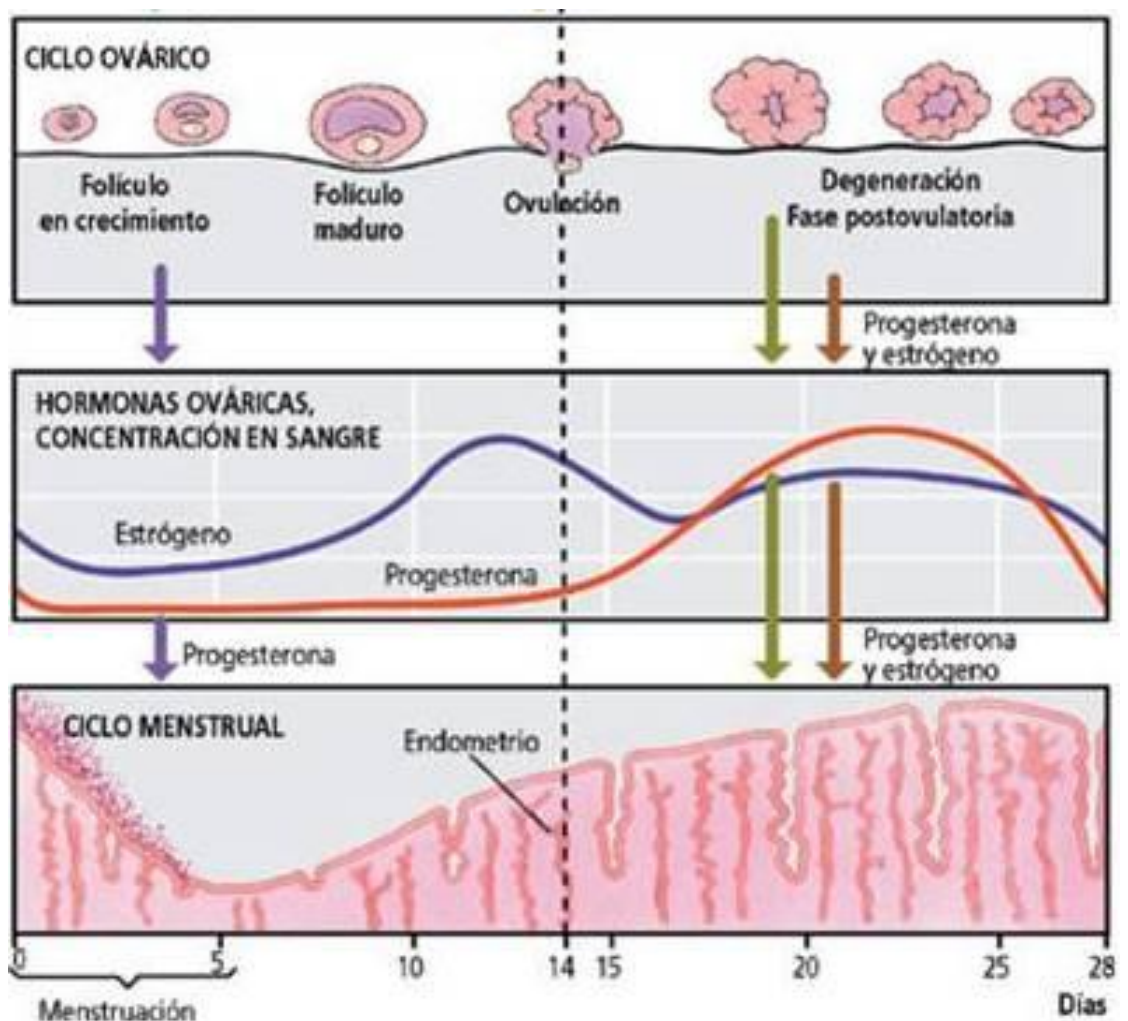
• **Hormonas sexuales femeninas: estrógenos y progestágenos.**

Estrógenos

- Se producen en los ovarios.
- Mantienen los caracteres sexuales secundarios.
- Inducen la formación del **folículo de Graaf**
- Cuando su producción es máxima se produce la ovulación.

Progesterona

- Se produce en el folículo de Graaf (cuerpo lúteo o amarillo) al liberar el óvulo.
- Induce el crecimiento del **endometrio**, que recubre el útero para que se implante el óvulo fecundado.
- Su nivel es máximo cuando el endometrio está completamente desarrollado.
- Si no hay fecundación, el óvulo muere, el folículo degenera, deja de producir progesterona y el endometrio.



5. La unión de los gametos: la fecundación

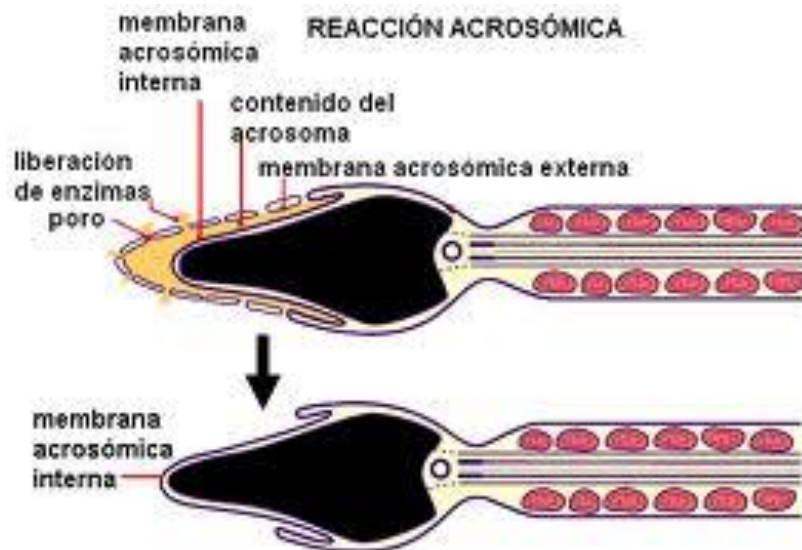
El encuentro con el ovocito II, detenido en la metafase de la segunda división meiótica, se produce en el primer tercio de la trompa de Falopio.

Los espermatozoides avanzan a través de la corona radiata, distinguiéndose las siguientes fases del proceso de penetración del espermatozoide:

1. **Reacción acrosómica**
2. **Fusión**
3. **Reacción cortical**

5.1. Reacción acrosómica

Se produce cuando el espermatozoide alcanza la membrana pelúcida, y consiste en la fusión de la membrana acrosómica externa con la membrana plasmática del espermatozoide, y es disparada por el contacto de una proteína. La reacción acrosómica libera más enzimas que separan la corona radiata, y deja expuesta la membrana interna del acrosoma, que cubre la cabeza del espermatozoide.



5.2. Fusión

Entre la membrana del espermatozoide y la membrana del ovocito. Ello permite el ingreso de lo que resta de la cabeza, el cuello y la cola del espermatozoide, al citoplasma del ovocito, aunque solo persisten el ADN y el centriolo.

5.3. Reacción cortical

Después de la fusión, el ovocito experimenta cambios que bloquean la polispermia, es decir, el ingreso de otros espermatozoides. La reacción cortical se produce cuando los gránulos corticales, ubicados por debajo de la membrana plasmática del ovocito, se excitan. Las enzimas excitadas inmovilizan a los espermatozoides que quedan atrapados en la zona pelúcida.



Simultáneamente con el bloqueo de la polisperma, el ovocito II reanuda la **segunda división meiótica**, formando dos núcleos haploides: el del óvulo y el del segundo cuerpo polar.

El núcleo del óvulo y el núcleo del espermatozoide, llamados **pronúcleos femenino y masculino, descondensan** y duplican su material genético.

A continuación, las respectivas envolturas nucleares se desintegran, produciéndose la **singamia o fusión de ambos pronúcleos**. Así surge el cigoto.

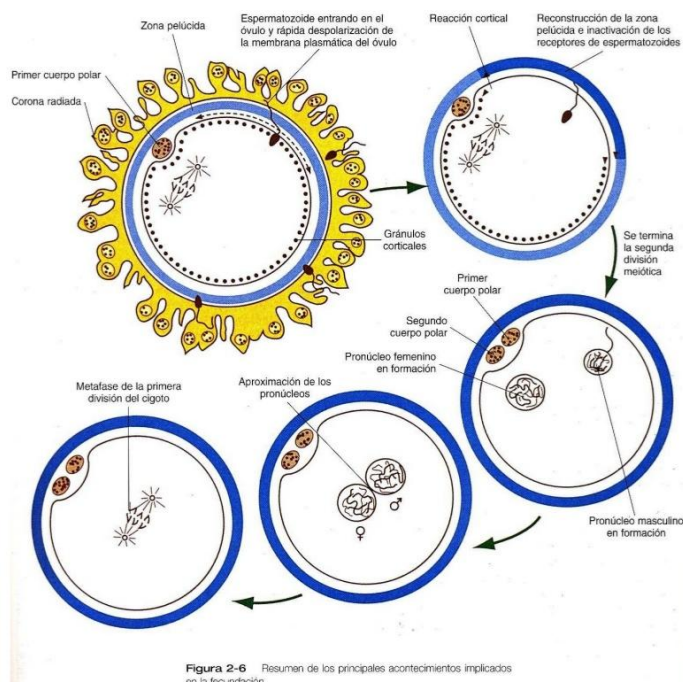


Figura 2-6 Resumen de los principales acontecimientos implicados en la fecundación.

ÓRGANO	ESPERMATOGÉNESIS	OVOGÉNESIS
Número de gametos producidos	Millones a lo largo de toda la vida	Aprox.400 maduran
Gametos por célula germinal	Cuatro	Uno
Inicio del proceso	Empieza en la pubertad	Empieza durante el desarrollo fetal
Tiempo de formación de gametos	Continuamente (todo el tiempo)	Una vez al mes (ciclo menstrual)
Fin del proceso	Siempre fértil	La fertilidad acaba en la menopausia
Tiempo de expulsión de los gametos	Siempre	Cada ciclo menstrual
Divisiones meióticas	Ininterrumpidas	Paradas
Línea germinal epitelial	Incluida en la producción de gametos	No incluida en la producción de gametos

6. Función de la gonadotropina coriónica (HCG)

La **gonadotropina coriónica (HCG)** es una hormona glicoproteica producida en el embarazo, fabricada por el embrión en desarrollo poco después de la concepción y más tarde por la placenta. Su función es evitar la desintegración del cuerpo lúteo del ovario, y, por ende, mantener la producción de progesterona que es fundamental para el embarazo en los seres humanos, ya que las primeras pruebas de embarazo, en general, se basan en la medición de HCG en orina o sangre.



7. El embarazo

También llamado **gestación**, comienza en la fecundación y acaba en el parto.

Lo que comienza como **cigoto**, se convierte en **embrión**, luego en feto (al final del primer trimestre) y acaba siendo un ser humano completo.

Dura unos 280 días, que son 40 semanas y aproximadamente nueve meses a contar desde el inicio de la última menstruación.



Cuando hay fecundación, el embrión secreta HCG, hormona que sostiene al cuerpo lúteo, y así el endometrio se mantiene, permitiendo la implantación del embrión. El cigoto comienza a dividirse.

4 días después de la fecundación, las células forman una **MÓRULA** de 16 células.

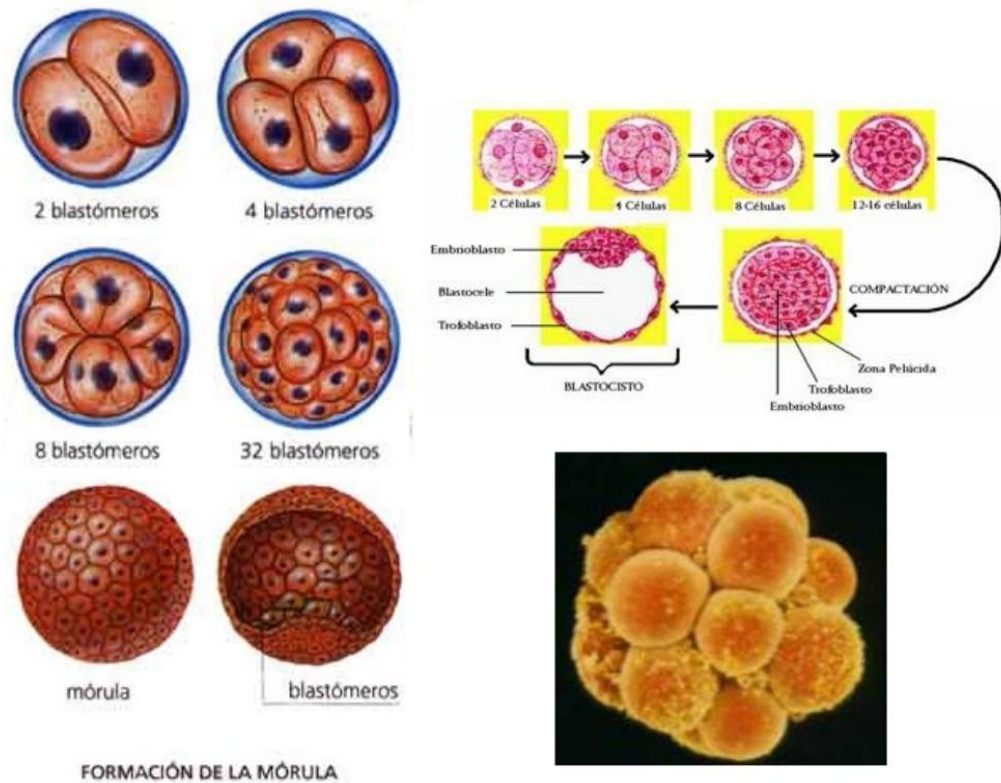
La mórula tiene una masa celular interna (tejido embrionario) y una masa celular externa (trofoblasto, que más tarde será la placenta).

Cuando el cigoto llega al útero desde la trompa de Falopio, ya tiene cientos de células y se produce la nidación. A partir de ahora se llamará embrión.

Al penetrar la mórula en el útero, tiene cientos de células y en ella se ha introducido líquido por la zona pelúcida hacia los espacios intercelulares de la masa celular interna del cigoto. De esta manera se forma una cavidad: **BLASTOCELE O CAVIDAD DEL BLASTOCISTO**.

El embrión se llamará BLASTOCISTO, y en él se distinguen:

- EMBRIOBLASTOS (células de la masa celular interna), situadas en un polo.
- TROFOBLASTOS (células de la masa celular externa), que se aplanan y forman la pared epitelial del blastocisto.
- La zona pelúcida desapareció para que comience la IMPLANTACIÓN o NIDACIÓN en el tercio superior de la pared dorsal del útero.
- En el 6º día las células del trofoblasto se introducen en las células epiteliales de la mucosa uterina, es la IMPLANTACIÓN.



Ahora se desarrollan tres tipos de estructuras:

1. La **placenta**.
2. El **cordón umbilical**.
3. La **bolsa amniótica** con el **líquido amniótico**.

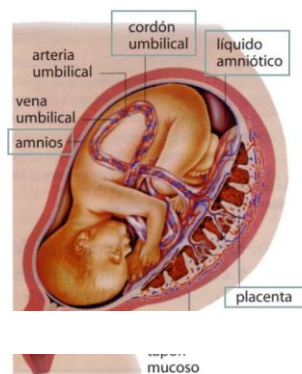
7.1. La placenta

Estructura:

- Es una estructura en forma de disco aplanado que se desarrolla para alimentar al embrión.
- Se forma a partir del desarrollo del trofoblasto después de la implantación y acaba ocupando la pared uterina.
- El **cordón umbilical** conecta el feto a la placenta y la sangre materna llega al final de las arteriolas dentro de los espacios que hay entre las vellosidades (lacunae).
- Las vellosidades coriónicas se extienden por el interior de aquellos espacios y facilitan el intercambio de materiales entre la sangre de la madre y la del feto.
- Nutrientes (glucosa, lípidos, agua, sales minerales, vitaminas, hormonas aminoácidos...) oxígeno y anticuerpos llegarán al feto, mientras que el dióxido de carbono y productos de desecho (urea...) irán del feto a la madre.
- La placenta es expulsada del útero después del nacimiento.

Función hormonal:

- La placenta también sustituye el papel hormonal del ovario (aproximadamente a las 12 semanas del embarazo).
- Los estrógenos estimulan el crecimiento del tejido muscular del útero (miometrio) y desarrolla las glándulas mamarias.
- La progesterona mantiene el endometrio y reduce las contracciones uterinas y la respuesta inmune para evitar que los anticuerpos ataquen al feto.
- Tanto los niveles de los estrógenos como de progesterona se reducen poco antes del nacimiento.

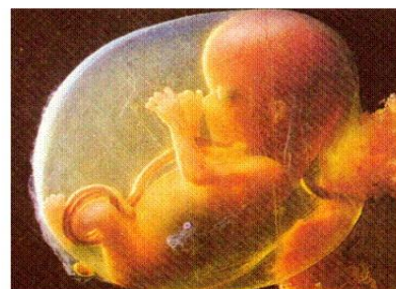
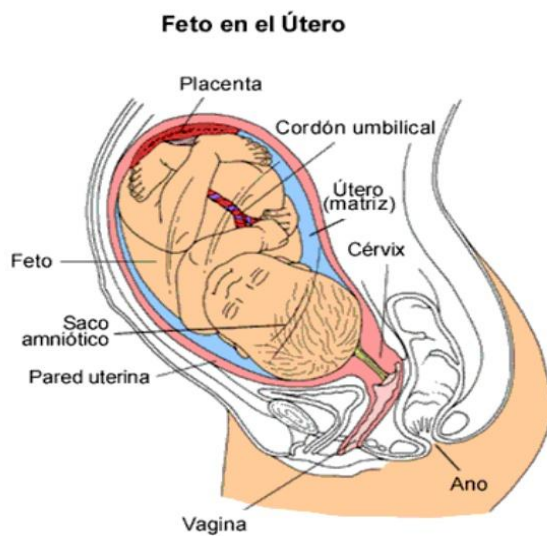


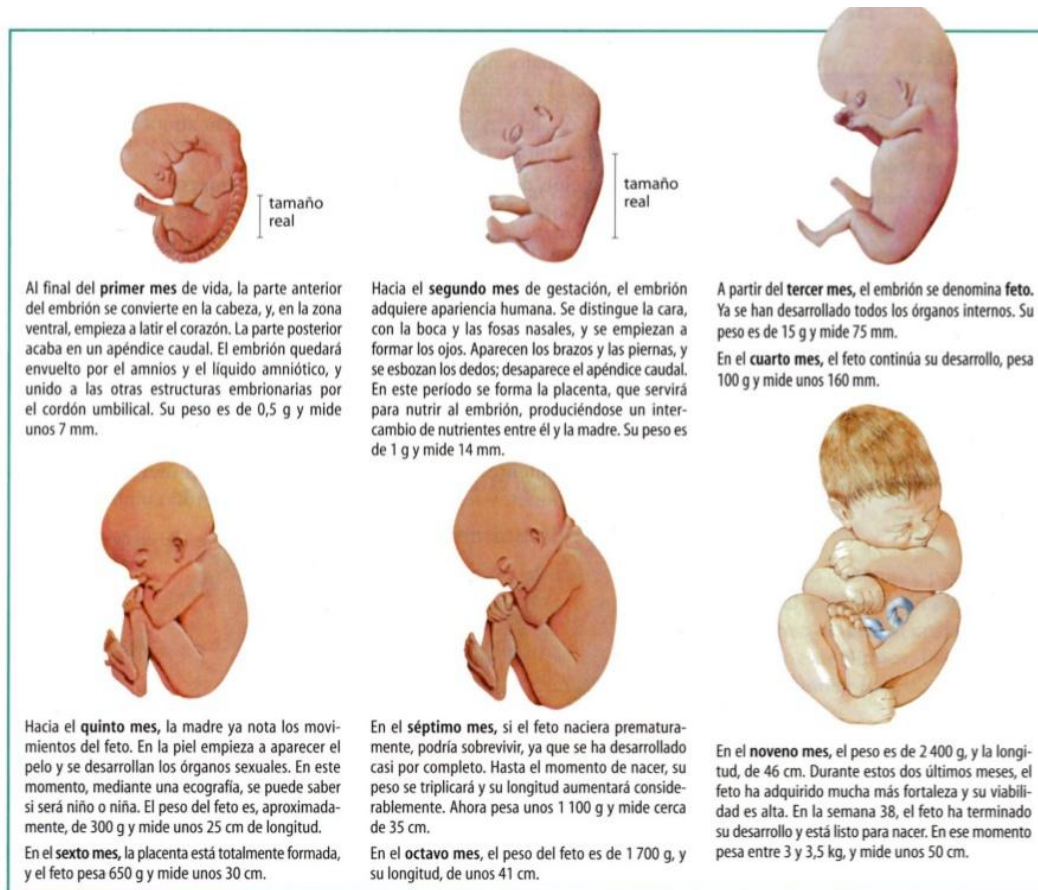
Feto unido a la placenta por el cordón umbilical. La posición que muestra el dibujo es característica de los dos últimos meses de embarazo.

7.2. Bolsa y líquido amniótico

Estructura y función:

- El feto desarrolla una bolsa llena de líquido llamada **bolsa amniótica**.
- **El líquido amniótico** absorbe los cambios de presión y por ello protege al niño de los impactos en la pared uterina.
- El líquido también hace que el feto esté flotando en unas condiciones de ingravidez evitando que su cuerpo soporte su peso mientras se desarrolla su sistema esquelético.
- Finalmente el líquido amniótico previene al feto de la deshidratación de los tejidos, mientras que la membrana amniótica hace de eficaz barrera contra la infección.
- La rotura de la bolsa amniótica indica que el final del embarazo ha llegado, es la llamada "rotura de aguas".





8. El parto

Es el final del embarazo, y consiste en la salida del bebé a través de la vagina. Es controlado por la hormona **oxitocina**.

Después de nueve meses el feto está totalmente desarrollado y necesita más espacio en el útero, recluido entre sus paredes.

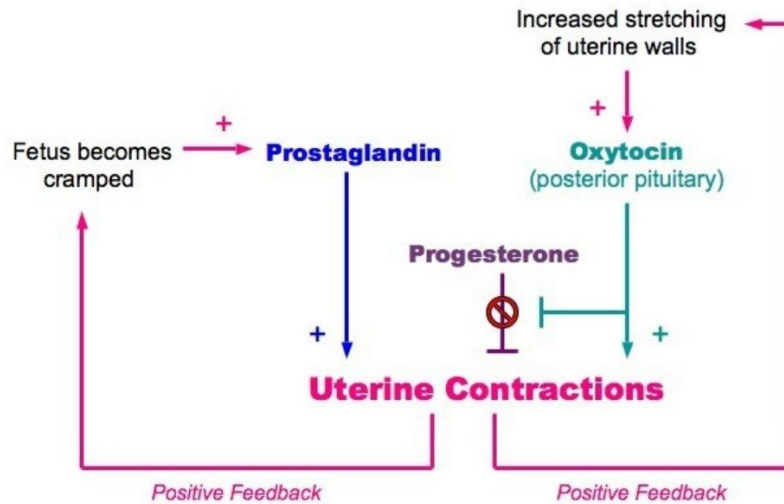
Esto produce una señal enviada al cerebro que provoca la síntesis de **oxitocina** en la parte posterior de la glándula pituitaria.

La oxitocina bloquea la progesterona, que inhibía a su vez las contracciones uterinas. También estimula directamente el músculo liso de la pared uterina que empieza a contraerse iniciando el parto.

La contracción de la pared uterina provoca mayor estrechamiento en el útero, lo que desencadena la síntesis de más oxitocina causando todavía más contracción.

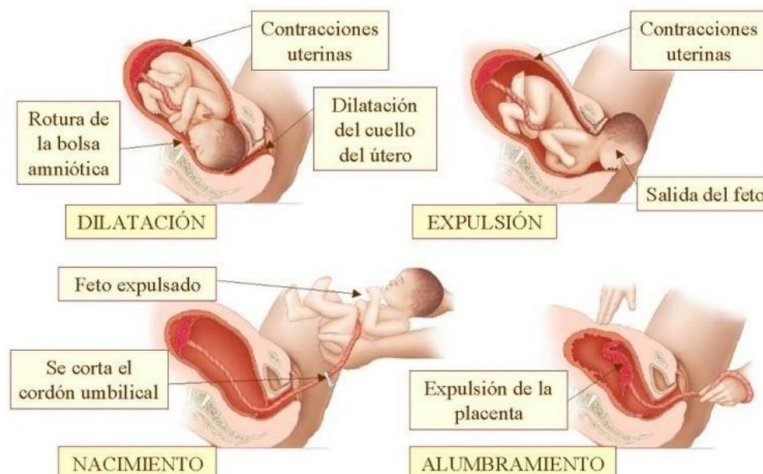
Además, el feto responde a las nuevas condiciones fabricando **prostaglandinas** que causan todavía más contracciones del miometrio uterino.

De esta forma se crea un **feedback** positivo que llevan a que cada vez se produzcan más contracciones hasta que se produce el nacimiento. En ese momento las contracciones cesan al terminar la tensión de las paredes del útero.



El parto tiene tres fases:

- **Dilatación:** El cuello del útero comienza a dilatarse y la musculatura comienza a contraerse rítmicamente. La bolsa amniótica se rompe y el líquido amniótico sale al exterior (‘romper aguas’)
- **Expulsión:** Las contracciones del útero empujan al feto al exterior. Una vez en el exterior el bebé toma aire por primera vez y se corta el cordón umbilical. La cicatriz formará el **ombligo**.
- **Alumbramiento:** Es la salida de la placenta junto con los restos del endometrio.



9. La fertilización IN VITRO

Algunos matrimonios no pueden tener hijos por una amplia variedad de motivos. Entre ellos:

- Hombres con un escaso número de espermatozoides.
- Impotencia.
- Mujeres que no ovulan con normalidad.
- Trompas de Falopio obstruidas.

En estos casos, la FIV (fertilización IN VITRO) se presenta como una opción en estos casos.

Procedimiento:

- En la preparación previa la mujer es inyectada con **FSH** (hormona folículo estimulante) por unos 10 días. Esto hace que se desarrollen folículos de Graaf en sus ovarios. (La hormona folículo estimulante es del tipo gonadotropina que se encuentra en los seres humanos y otros animales. Es sintetizada y secretada por gonadotropos de la glándula pituitaria anterior. La FSH regula el desarrollo , el crecimiento, la maduración puberal y los procesos reproductivos del cuerpo: maduración de ovocitos en la mujer y producción de espermatozoides en el hombre).
- Varios óvulos son recolectados quirúrgicamente de sus ovarios.
- Los óvulos son fecundados con espermatozoides del hombre, en recipientes de cultivo.
- El examen microscópico de los cultivos revela presencia de cigotos en desarrollo.
- Dos o tres embriones son introducidos en el útero para su implantación; esto aumenta la probabilidad de que al menos un embrión se implante.
- Los embriones "saludables" que no se introduzcan, pueden congelarse y usarse en otro proceso de implantación si se necesitaran.

Supuestos argumentos a favor:

- A un matrimonio con dificultades reproductivas le permite tener hijos.
- Embriones visiblemente no saludables pueden ser eliminados.
- Un examen genético de los embriones puede eliminar la posibilidad de pasar enfermedades genéticas.

- El perfeccionamiento de las técnicas de FIV puede hacer avanzar la biología reproductiva.

Supuestos argumentos en contra:

- Los embriones sobrantes se mantienen congelados o son eliminados.
- Complejos problemas legales en el uso de embriones congelados.
- El examen genético de embriones llevaría a manipular características deseables.
- Se "reproducen" los problemas reproductivos.
- Aumento de nacimientos múltiples
- Es posible que la selección no natural de los espermatozoides sea la causa de un aumento de anomalías en niños nacidos de FIV.

