

## TEMA 6. EL SISTEMA REPRODUCTOR

### 1. INTRODUCCIÓN.

En los seres humanos la reproducción es sexual (se lleva a cabo mediante la fusión de dos células sexuales llamadas gametos).

Algunos conceptos básicos son:

- Gametos: células sexuales, llamadas óvulos y espermatozoides en muchos animales como los humanos. Son producidas en las glándulas sexuales femeninas y masculinas, respectivamente. Son células haploides.
- Gónadas: glándulas sexuales encargadas de la formación de gametos y de hormonas sexuales.
- Fecundación: fusión de dos gametos de diferente sexo.
- Cigoto: célula diploide resultante de la unión o fusión de los gametos masculino y femenino.

El sistema reproductor humano está formado por los aparatos reproductores femenino y masculino.

### 2. ELEMENTOS PRINCIPALES COMPARADOS DE LOS APARATOS REPRODUCTORES FEMENINO Y MASCULINO.

Los aparatos reproductivos femenino y masculino tienen en común presentar gónadas, que producen gametos y hormonas sexuales, vías genitales o seminales y órganos copuladores:

	<b>Mujer</b>	<b>Hombre</b>
<b>Gónadas</b>	Ovarios	Testículos
<b>Gametos</b>	Óvulos	Espermatozoides
<b>Hormonas producidas en las gónadas</b>	Estrógenos Progesterona	Testosterona
<b>Vías genitales o seminales</b>	Trompas de Falopio Útero	Túbulos eferentes Epidídimo Canal deferente Canal eyaculador Uretra

Órganos copuladores

Vagina

Pene

---

Además, los aparatos genitales masculino y femenino contienen una serie de glándulas.

El aparato genital masculino es esencialmente externo, al estar situados los testículos y el pene fuera del abdomen. En la mujer, los únicos genitales externos son los que constituyen la vulva.

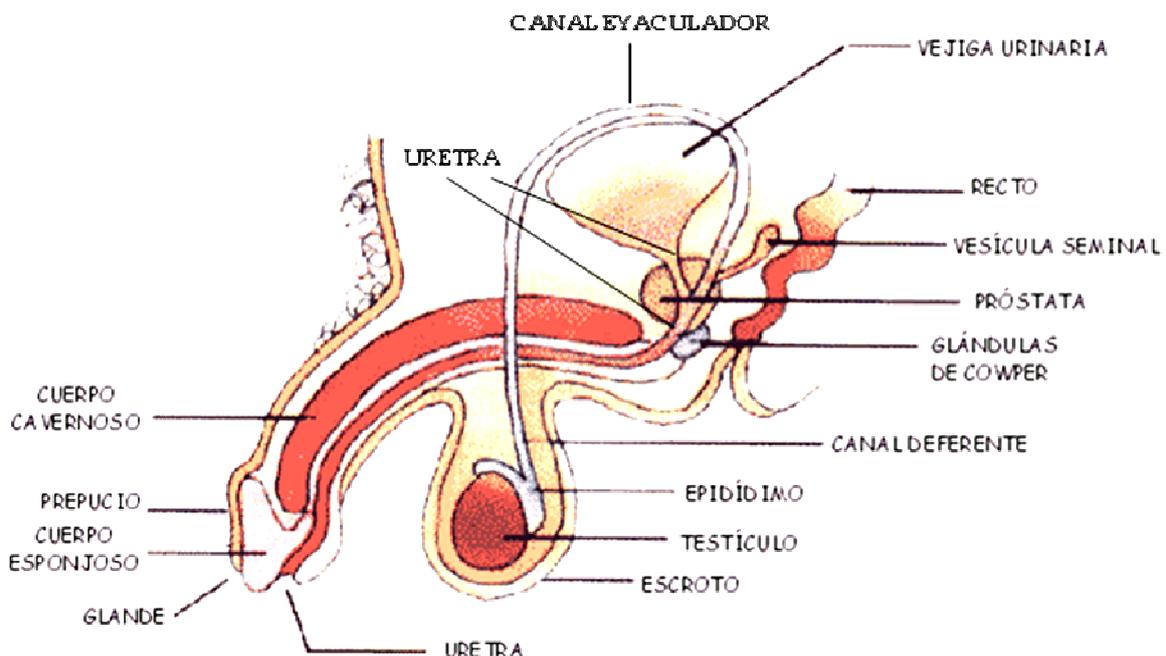
A diferencia de la mujer, en el hombre existe un sistema genitourinario ya que los aparatos genital y urinario están relacionados porque la uretra forma parte de ambos y conduce tanto semen como orina.

### 3. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO.

Contiene:

- Gónadas: testículos.
- Vías seminales: túbulos eferentes, epidídimo, canal deferente, canal eyaculador y uretra.
- Glándulas anejas: vesículas seminales, próstata y glándulas de Cowper.
- Órgano copulador: pene.

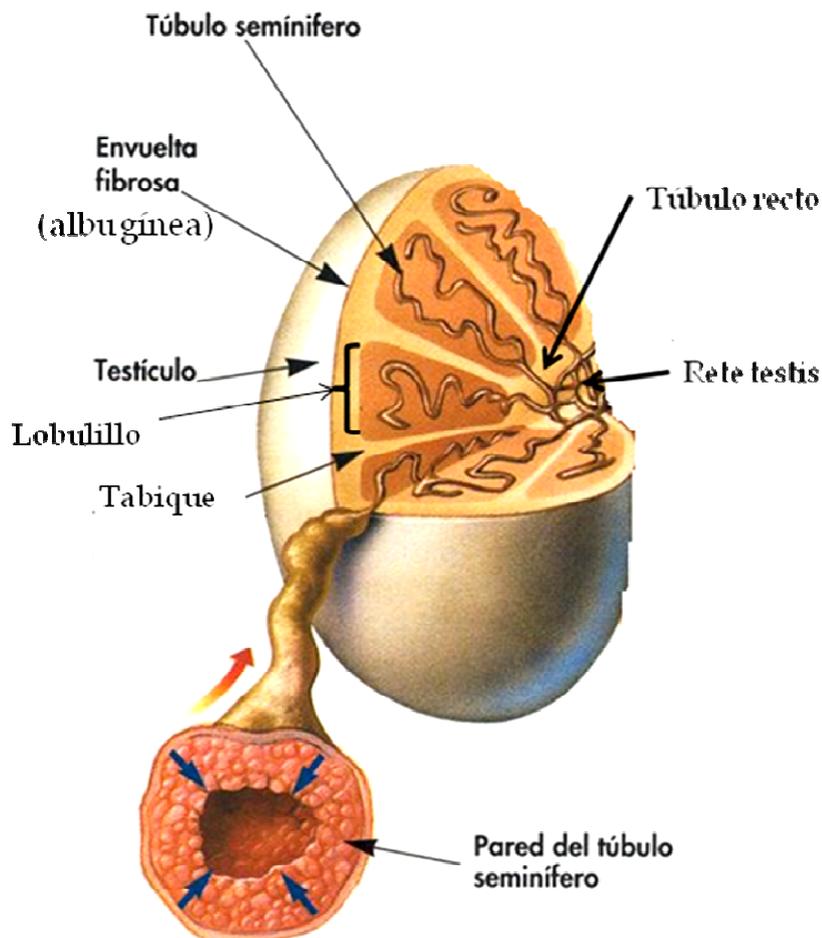
En el siguiente dibujo pueden verse estos componentes.

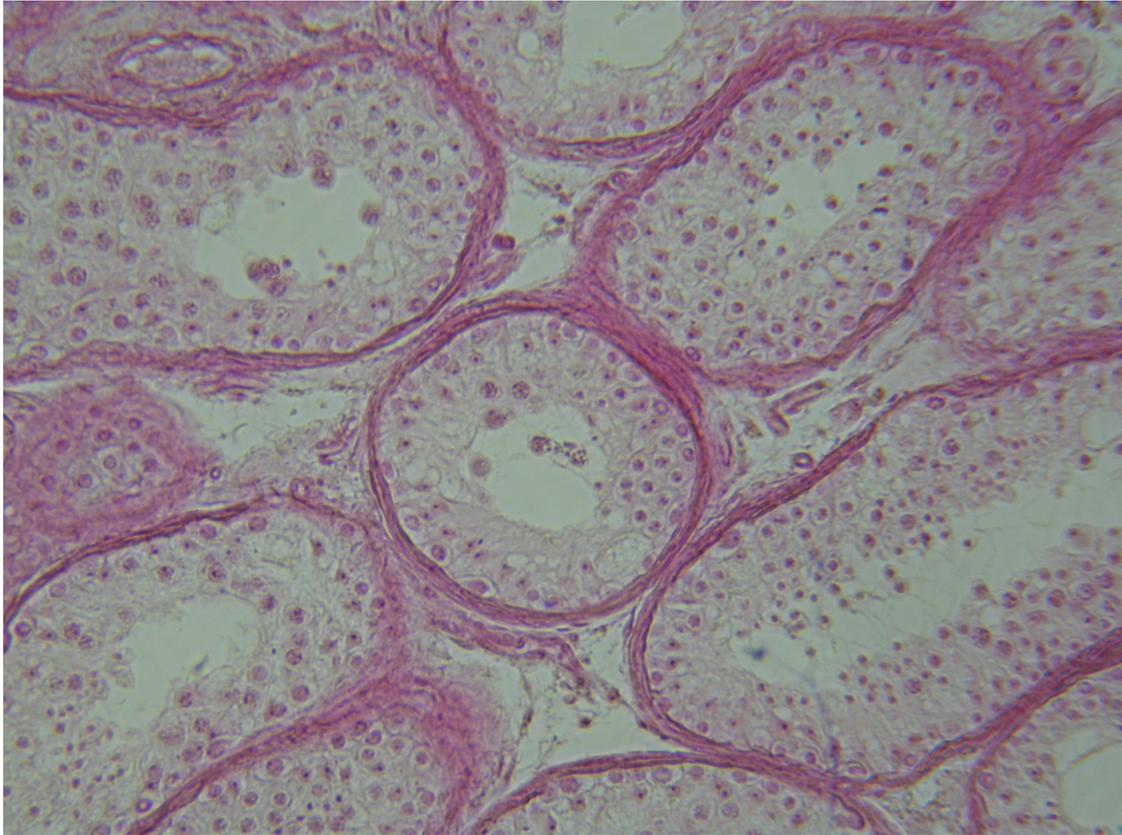


### 3.1. GÓNADAS: TESTICULOS.

Se trata de un par de glándulas ovaladas de unos 3 - 5 cm de longitud alojadas en una bolsa de piel denominada escroto, situada fuera de la cavidad abdominal ya que para la formación y maduración de los espermatozoides es necesaria una temperatura de 1 ó 2 °C menos que la del resto del cuerpo. Además de fabricar los espermatozoides, los testículos producen las hormonas sexuales masculinas llamadas andrógenos o testosterona (cuya secreción está estimulada por la LH, hormona hipofisiaria). La otra hormona relacionada con los caracteres masculinos son los andrógenos corticales, producidas en la corteza suprarrenal. La corteza suprarrenal del varón produce también estrógenos, que proporcionan los caracteres femeninos a la mujer.

Los testículos están rodeados por una cápsula de tejido conjuntivo llamada albugínea. La albugínea forma internamente unos tabiques que dividen al testículo en lobulillos, que contienen dos o tres tubos seminíferos. Estos tubos forman los espermatozoides, que después pasan por las vías intratesticulares: túbulos rectos y rete testis.





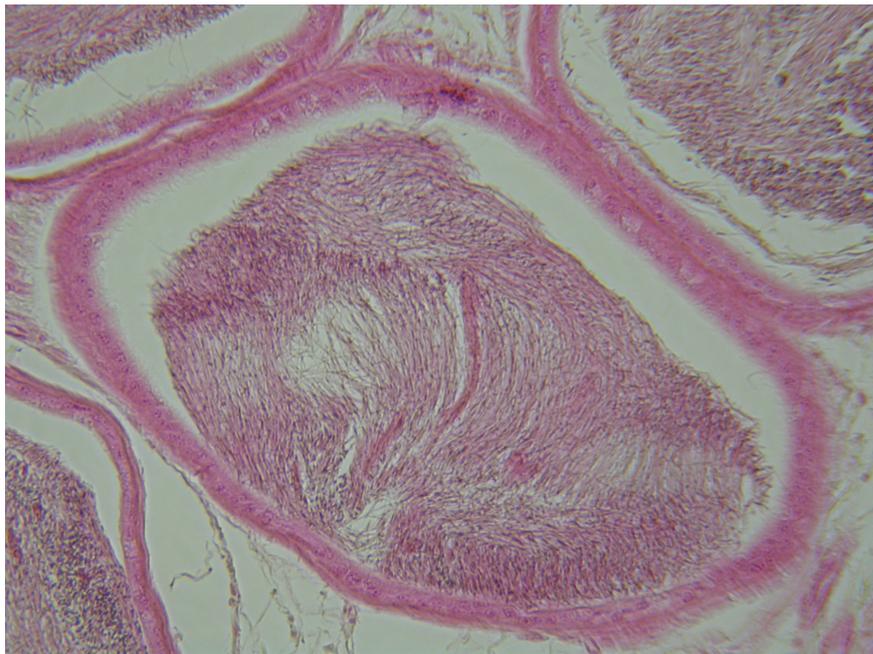
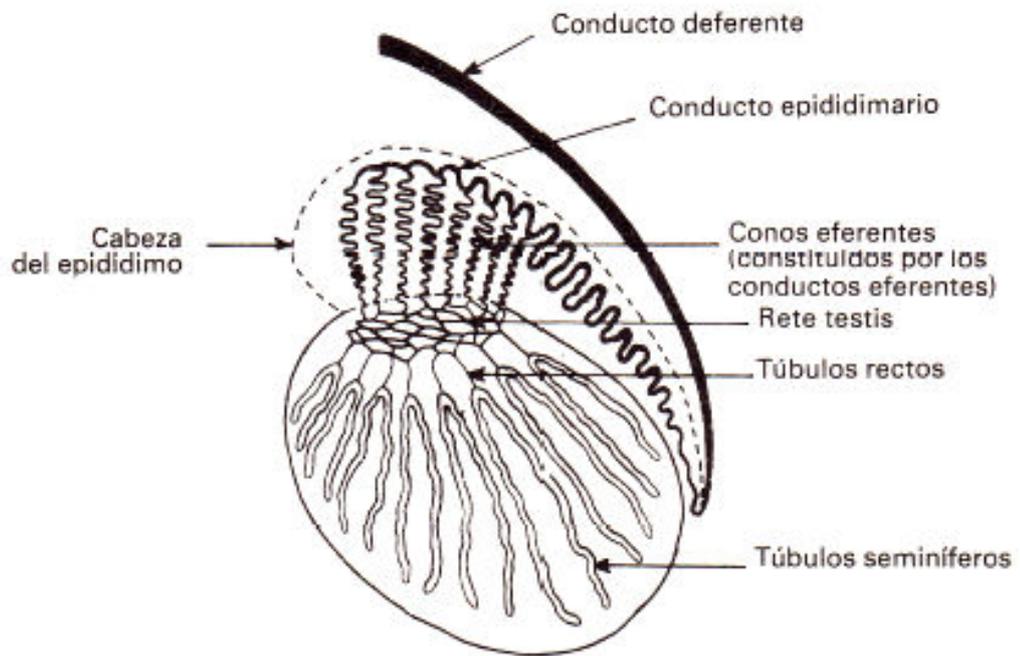
Túbulos seminíferos, con una pared que presenta espermatogonias (células madres de los espermatozoides)

### **Cáncer de testículo.**

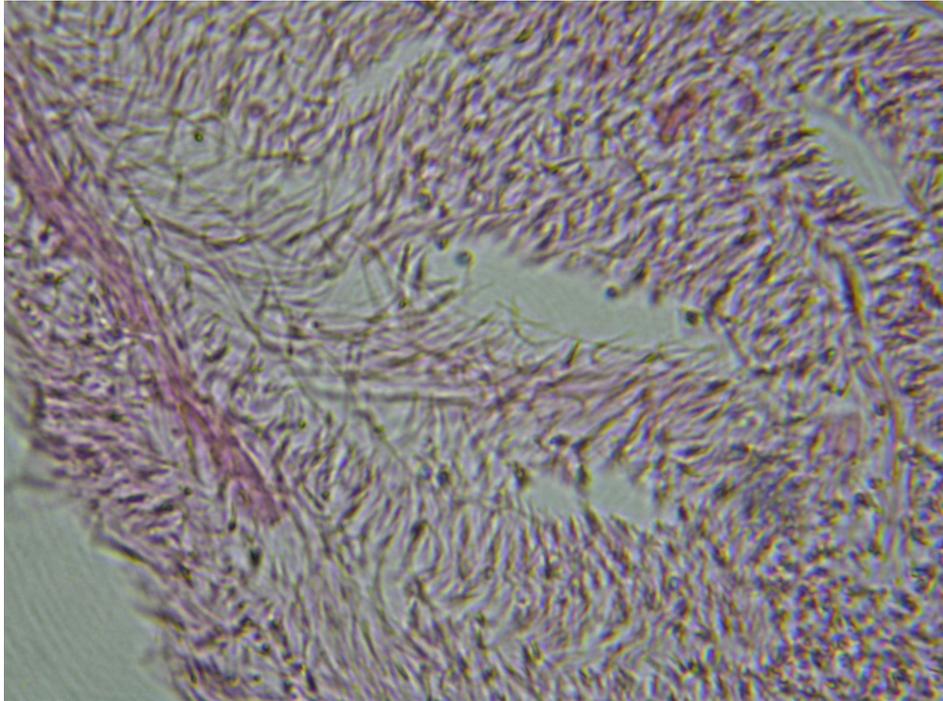
Es uno de los cánceres más frecuentes en los varones de entre 15 y 34 años. Sus causas son desconocidas y su tratamiento consiste en cirugía (extirpación del testículo afectado), radioterapia o quimioterapia.

### 3.2. VIAS SEMINALES.

Son los canales que conducen los espermatozoides desde la rete testis, contenida en el testículo, hasta fuera del cuerpo: conductos eferentes, epidídimo, canal deferente, canal eyaculador y uretra. El epidídimo, formado por un conducto y el tejido conjuntivo que lo envuelve, contiene un cuerpo y una cola situados encima del testículo. En el epidídimo se almacenan y maduran los espermatozoides. La uretra es un conducto que forma parte de los aparatos genital y urinario (por tanto vierte semen u orina, respectivamente).



Espermatozoides en el interior del epidídimo.  
Siguiente: detalle de estos espermatozoides

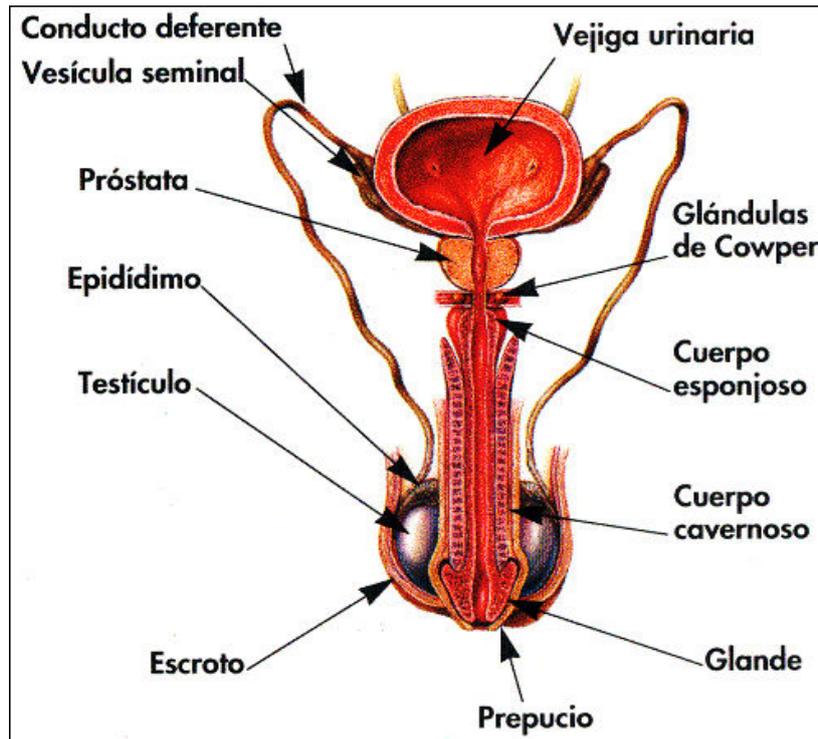


### 3.3. GLÁNDULAS ANEJAS.

Se encargan de secretar el líquido seminal que junto a los espermatozoides que contiene en suspensión forman el semen o esperma. El esperma presenta un volumen de unos 2-5 ml por eyaculado y tiene normalmente unos 100.000 espermatozoides por ml.

Las glándulas anejas son 5:

- Vesículas seminales, son dos, y están encargadas de secretar un líquido para favorecer la movilidad de los espermatozoides y que contiene fructosa para su nutrición (aunque los espermatozoides se nutren también de la glucosa del tracto genital femenino).
- Próstata, es una, y se encarga de secretar un líquido de pH básico para neutralizar el pH ácido de la vagina y aumentar así las posibilidades de supervivencia de los espermatozoides. Las sustancias que contiene, además, favorecen el estado líquido del semen. La próstata está atravesada por una porción de la uretra.
- Glándulas de Cowper, son dos, y secretan un líquido que lubrica la expulsión del semen. Además, como en el caso de la próstata, la basicidad de este líquido contrarresta la acidez vaginal.



### Trastornos prostáticos.

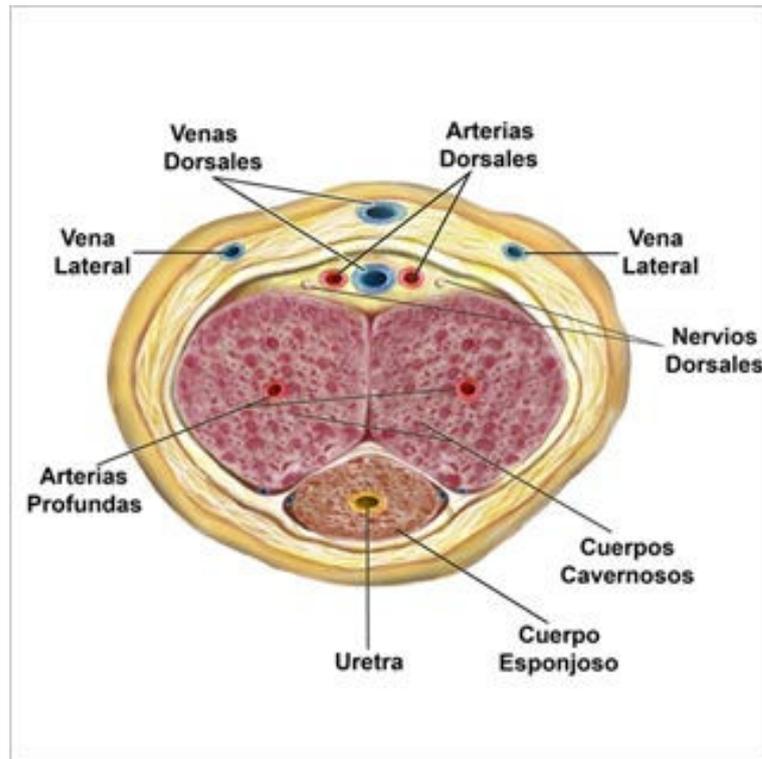
Destacan los siguientes:

- Prostatitis: infección de la próstata. Puede ser aguda o crónica. La etiología es normalmente bacteriana, por lo que pueden usarse antibióticos.
- Hiperplasia benigna prostática (HBP): aumento del tamaño de la próstata caracterizada por la disminución de la fuerza del chorro de orina porque, como se ha indicado, la próstata está atravesada por una porción de la uretra. Otros síntomas son el aumento de la frecuencia de la micción o el menor volumen de orina excretado.
- Cáncer de próstata: uno de los cánceres más frecuentes en el varón. Su tratamiento es quirúrgico o aplicando radioterapia, quimioterapia u hormonoterapia.

### 3.4. ÓRGANO COPULADOR: EL PENE.

El pene contiene el cuerpo esponjoso (en cuya parte central se aloja la uretra) y los cuerpos cavernosos, todos ellos formados por tejido eréctil que se llenan de

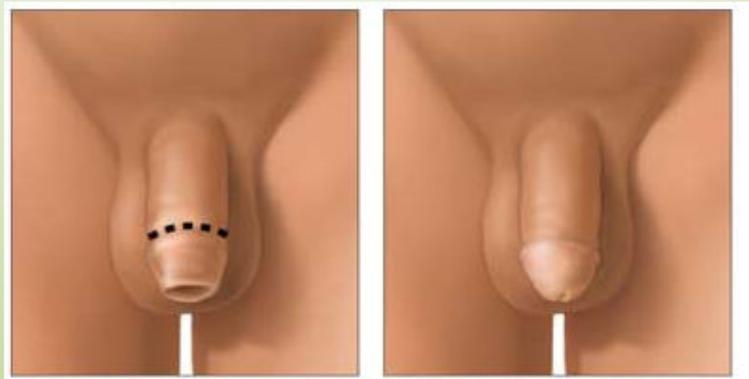
sangre con estímulos eróticos lo que produce la erección del pene. Una vez producida la erección se puede ejecutar la copulación.



El extremo distal del pene es el glande, una dilatación de la uretra. Éste está recubierto por un trozo de piel llamada prepucio.

### Fimosis.

Tras la pubertad, durante la erección el prepucio debe poder retirarse hacia atrás para permitir el descubrimiento del glande. Si esto no es posible, porque el prepucio sea estrecho, el individuo sufre fimosis; ésta se corrige con una operación quirúrgica (llamada circuncisión). Que el glande se descubra es necesario para tener unas relaciones sexuales óptimas y para una higiene adecuada ya que la fimosis puede producir dolor durante las relaciones sexuales e infección urinaria.



Derecha: pene circuncidado

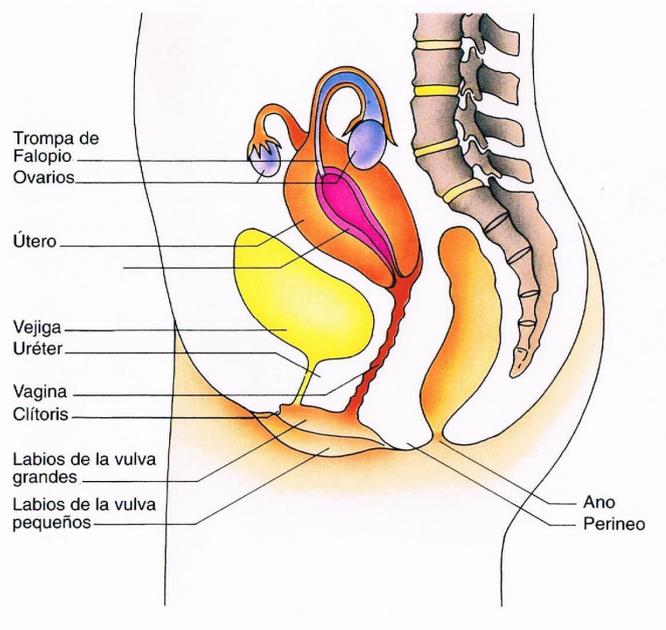
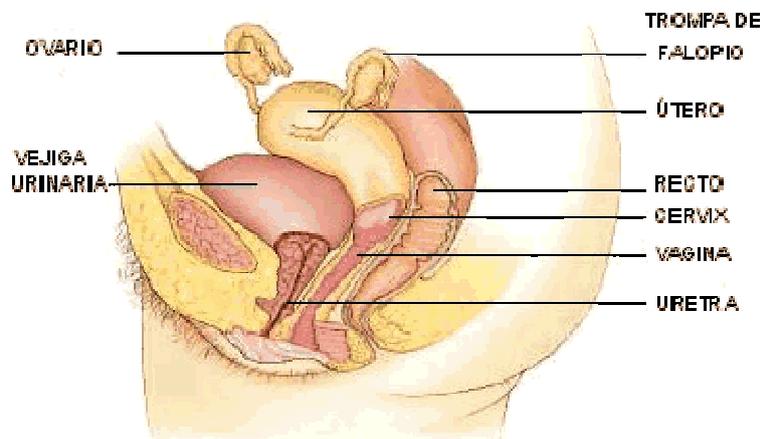
#### 4. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO.

Contiene:

- Gónadas: ovarios.
- Vías genitales: trompas de Falopio y útero o matriz.
- Órgano copulador: la vagina.
- Genitales externos o vulva: labios mayores y menores y clítoris.
- Glándulas, situadas en el útero y en la vulva.

El aparato reproductor femenino es interno (sólo la vulva está situada fuera del abdomen) e independiente del aparato urinario. El periné (perineo) es el espacio situado entre la vulva y el ano.

En el siguiente dibujo pueden verse sus componentes principales.

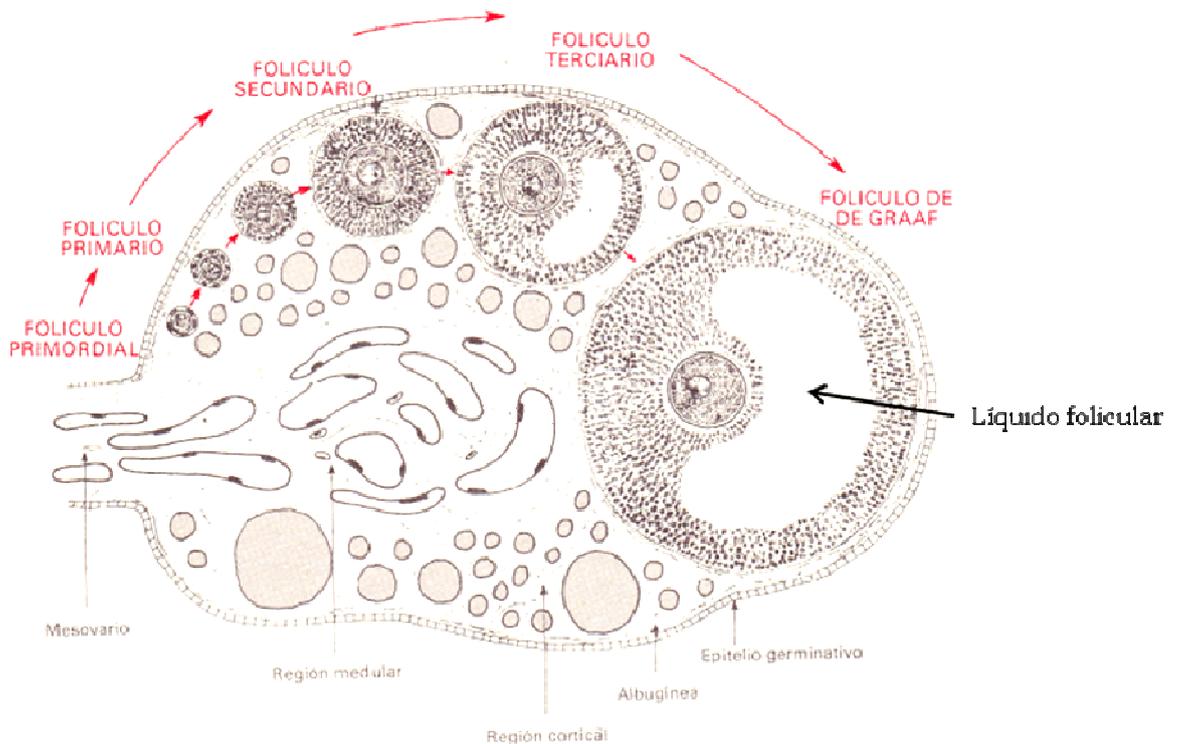


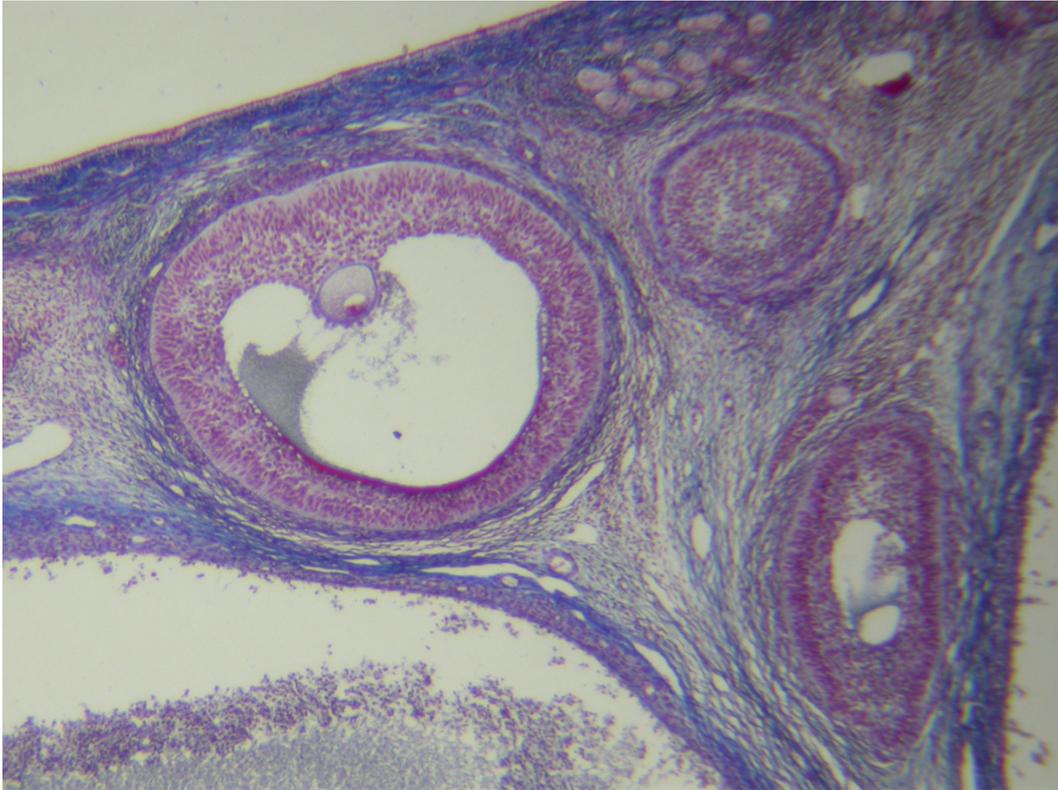
#### 4.1. GÓNADAS: OVARIOS.

Son un par de glándulas situadas en la cavidad abdominal, de unos 3-5 cm de longitud aproximadamente. Cada ovario, que está fijado por 4 ligamentos, producen los óvulos y las hormonas sexuales femeninas estrógenos (proporciona los caracteres femeninos) y progesterona (prepara el cuerpo para el embarazo). Estas hormonas también son producidas en la placenta. En el caso de los estrógenos también se fabrican en la corteza suprarrenal femenina que también sintetiza los andrógenos corticales (hormona relacionada con los caracteres masculinos en el varón).

En un ovario se diferencian corteza y médula. La parte externa o corteza presenta un epitelio externo y bajo él un tejido conjuntivo (albugínea) que contiene los folículos (cavidades) cada uno de los cuales alberga un ovocito. La zona interna del ovario, llamada médula, está formada por tejido conjuntivo laxo.

Las mujeres nacen con unos 400.000 folículos de los que maduran unos 400, a razón de uno de ellos cada 28 días (salvo durante el embarazo y algún tiempo después del parto). La menopausia se alcanza cuando ya no quedan folículos. Los estados de maduración del folículo reciben distintos nombres, llamándose al maduro folículo de De Graaf.





En primer término, folículo de Rata con un ovocito en su polo superior

#### 4.2. VÍAS GENITALES: TROMPAS DE FALOPIO Y ÚTERO O MATRIZ.

Contienen, de dentro a fuera, una mucosa (epitelio y tejido conjuntivo), una capa muscular lisa y, finalmente, una serosa (capa adiposa) o serosa y adventicia (capa conjuntiva).

##### **Trompas de Falopio.**

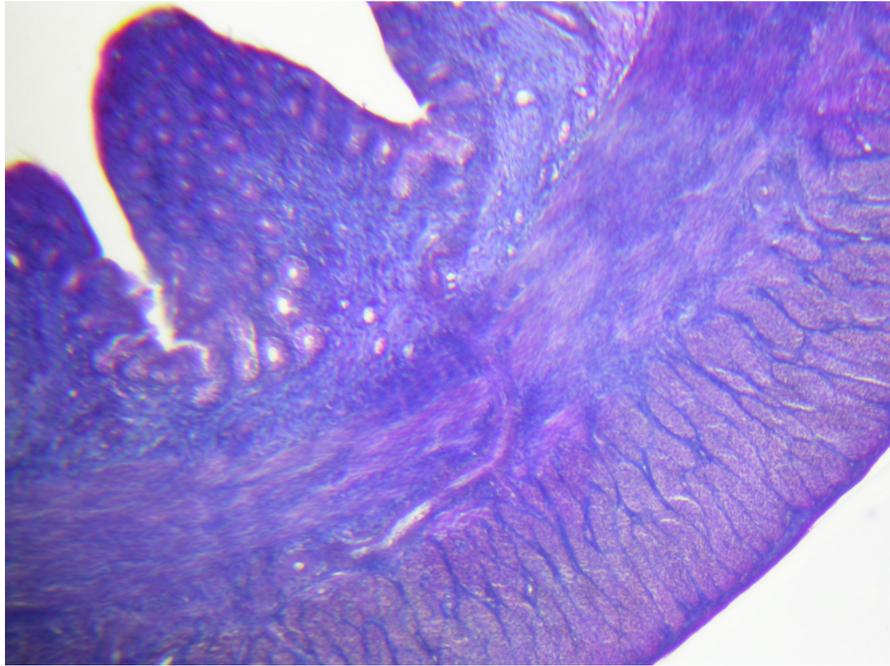
Son dos conductos de unos 10 cm de longitud, que se encargan de conducir al óvulo (si no se ha producido la fecundación) o al embrión (en caso de fecundación) desde el ovario hasta el útero. En su interior contiene un epitelio ciliado que posibilita, junto con las contracciones de su capa muscular, el movimiento del óvulo o del pequeño embrión hacia el útero. En una de las trompas es donde se lleva a cabo la fecundación.

##### **Útero o matriz.**

Es un órgano musculoso y hueco del tamaño de una pera, donde se desarrollará el feto. Contiene una parte más ancha o cuerpo y un cuello o cérvix que comunica con la vagina.

Su mucosa se llama endometrio, que será expulsado fuera del cuerpo mediante la menstruación si no se produce la fecundación, pero, en caso contrario, en ella anidará el embrión. Las contracciones de su capa muscular o miometrio hacen

posible el alumbramiento o, si no se hubiera producido la fecundación, la expulsión del endometrio. Estas contracciones son responsables de los dolores de la regla.



Útero no grávido (que no contiene un embrión) en el que se observa, de izquierda a derecha, el endometrio (con glándulas), el miometrio y la capa adventicia

### Cáncer cervical.

El cáncer de cuello del útero es uno de los más frecuentes del aparato reproductor femenino. Existe una vacuna para prevenir este tumor.

### 4.3. ÓRGANO COPULADOR: LA VAGINA.

Contiene, de forma similar a las vías genitales, de dentro a fuera, una mucosa (epitelio y tejido conjuntivo), una capa muscular lisa y una adventicia.

Es el órgano donde ocurre la copulación. Presenta glándulas secretoras de mucus que facilita que el pene se deslice por ella. En su parte más externa contiene el himen (repliegue membranoso con un pequeño orificio para permitir la expulsión del flujo menstrual). El himen se rompe durante la primera penetración, pero puede haberse roto antes por otras causas (como ciertas enfermedades o ejercicios físicos bruscos).

El pH vaginal normal es ácido (sobre 4-4.5) lo que previene la colonización de la vagina por bacterias patógenas. Este pH está causado por bacterias beneficiosas,

que forman la flora bacteriana vaginal, al producir ácido láctico mediante fermentación láctica.

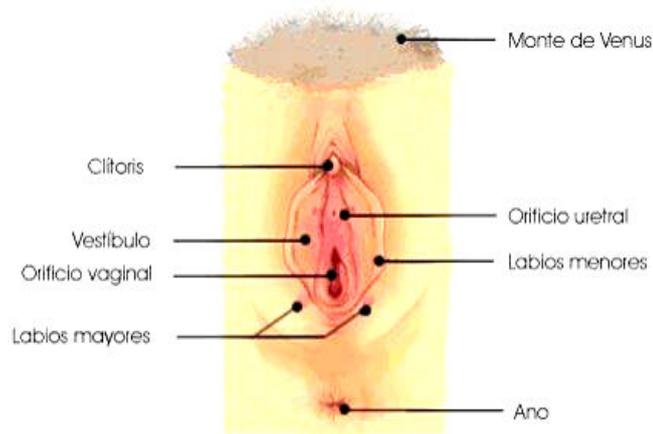
### **Infecciones vaginales.**

Se pueden deber a una alteración de la flora bacteriana vaginal, lo que producirá una subida de pH y la proliferación de patógenos como la levadura *Candida* (productora de la infección llamada candidiasis vaginal).

#### 4.4. LOS GENITALES EXTERNOS.

La vulva es el órgano genital externo femenino. Contiene bajo el monte de Venus los labios mayores, en cuyo interior se sitúan los labios menores; en la unión de estos últimos, en la parte superior de la vulva, se encuentra el clítoris. Bajo el clítoris se sitúa la uretra, el orificio vaginal y el ano.

El clítoris, de longitud 2-3 cm, tiene similitudes con el pene: está formado por tejido eréctil que se llena de sangre con estímulos sexuales produciéndose una pequeña erección. Su única función es proporcionar placer sexual.



#### 4.5. GLÁNDULAS.

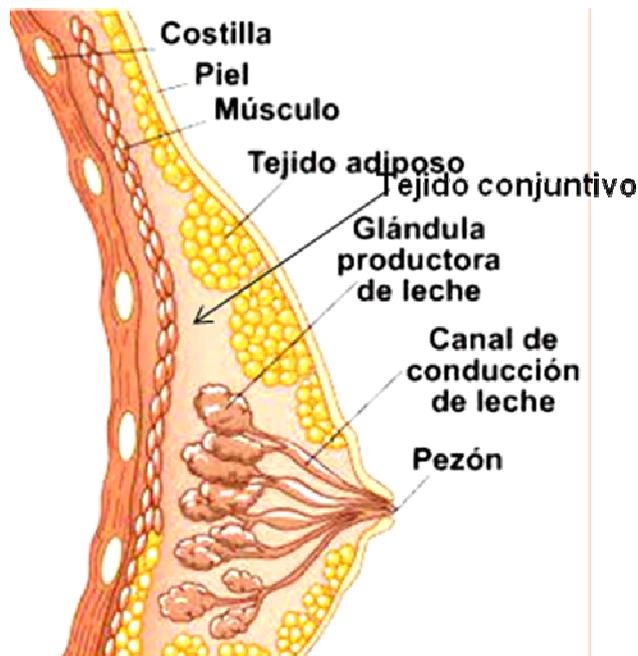
Destacan las glándulas del cuello del útero, situadas en el tejido conjuntivo de su mucosa, que producen mucus, para la buena penetración y ascensión de los espermatozoides en el tracto femenino, y las glándulas de la vulva que lubrican la vagina antes del acto sexual.

## 5. LAS GLANDULAS MAMARIAS.

Son glándulas sudoríparas modificadas para la producción de leche durante el embarazo y la lactancia. La hormona prolactina es la que estimula la secreción de leche.

Cada glándula mamaria consta de 15 a 20 lóbulos con tejido conjuntivo y adiposo. Los lóbulos están compuestos por varios lobulillos o glándulas secretoras de leche. La glándula mamaria dispone de piel en su exterior y de musculatura en su interior.

La leche materna es el mejor alimento para el recién nacido, ya que contiene, junto con agua, azúcares (lactosa), proteínas (caseína), grasas (en las que predomina los ácidos grasos insaturados), vitaminas y minerales. Además, contiene anticuerpos, glucoproteínas defensivas, que proporcionan al bebé inmunidad natural pasiva.



### Cáncer de mama.

Es el tipo de cáncer más frecuente en la mujer siendo muy importante su diagnóstico precoz. Sus factores de riesgos son genéticos, la exposición a radiaciones, la ingesta excesiva de alcohol, grasa y tabaco, etc. Su tratamiento es cirugía, radioterapia, quimioterapia y hormonoterapia.

## 6. LA GAMETOGÉNESIS.

Es el proceso de formación de los gametos. Comprende la espermatogénesis (producción de espermatozoides) y la ovogénesis (formación de óvulos).

### 6.1. ESPERMATOGÉNESIS.

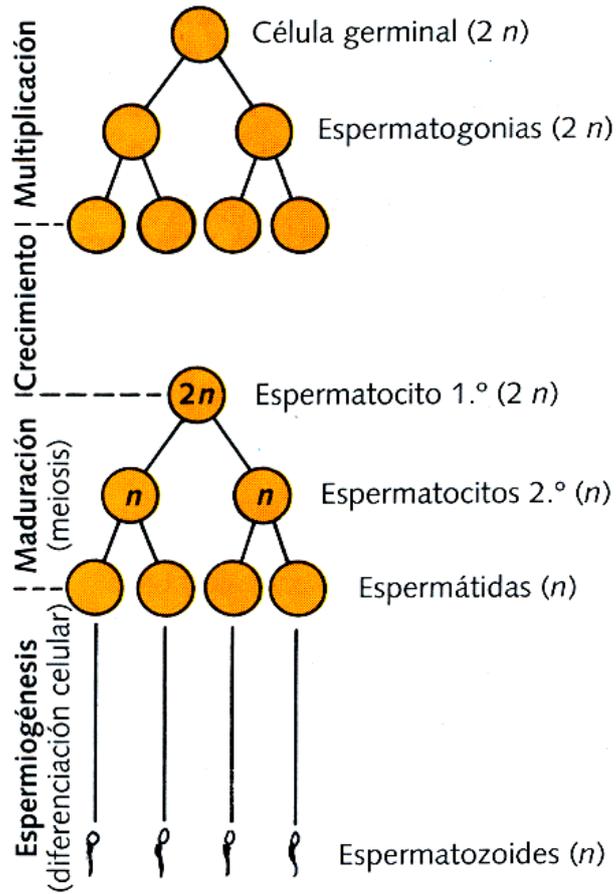
Se produce en los testículos y da lugar a los espermatozoides; éstos se forman a partir de la multiplicación y transformación de las espermatogonias (células madres situadas en las paredes de los túbulos seminíferos).

Las espermatogonias son células diploides (2n) con 46 cromosomas y los espermatozoides son células haploides (n) con 23 cromosomas.

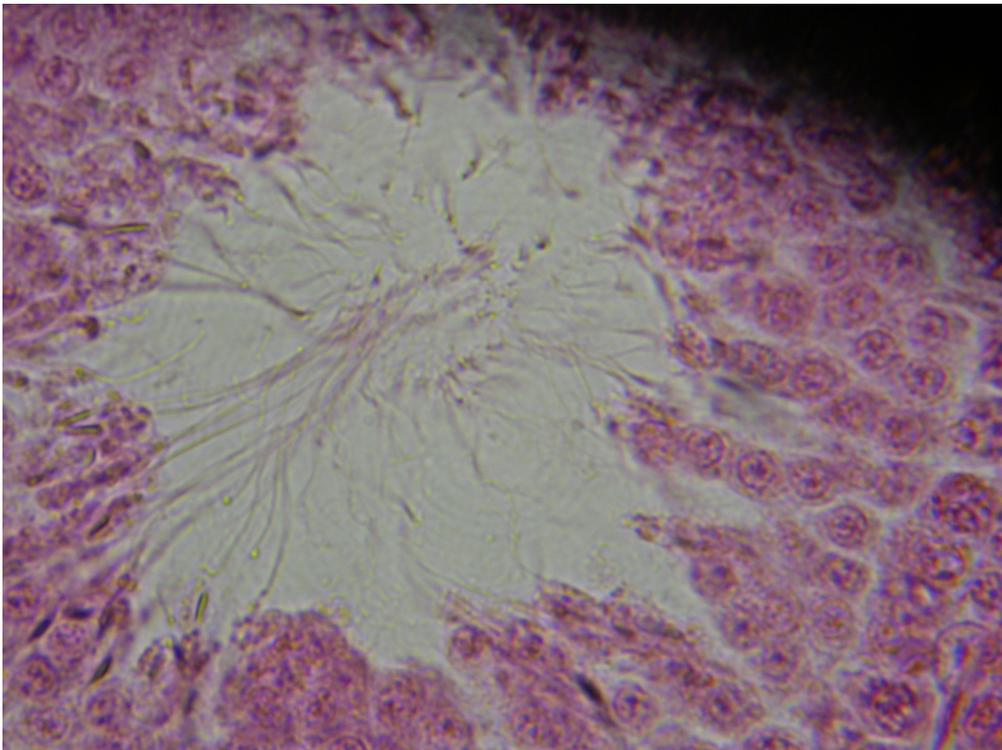
La espermatogénesis consta de las siguientes fases:

- a) Multiplicación. Las espermatogonias se multiplican por mitosis dando lugar a nuevas células.
- b) Crecimiento. Consiste en que algunas espermatogonias aumentan de tamaño y se transforman en espermatocitos de primer orden.
- c) Maduración. Cada espermatocito de primer orden (2n) sufre una reducción cromosómica mediante meiosis transformándose en 4 espermátidas (n) genéticamente distintas. Los principales acontecimientos de la meiosis son la recombinación genética, la separación de los cromosomas homólogos durante la anafase I (que ocurren en la primera división meiótica) y la separación de cromátidas hermanas en la anafase II (segunda división meiótica). Tras la primera de esas divisiones aparecen dos espermatocitos de segundo orden y al final de la segunda división cuatro espermátidas.
- d) Espermiogénesis. Durante esta fase, cada espermátida, mediante un proceso de diferenciación o especialización celular, se transformará en un espermatozoide genéticamente distinto del resto.

La espermatogénesis comienza en la pubertad, alrededor de los 13 años, y continúa durante toda la vida aunque con la edad va decreciendo. Otros factores que determinan una menor densidad de espermatozoides en el líquido seminal son, entre otros, una alimentación inadecuada, la contaminación ambiental y el consumo de drogas.



Espermatogénesis humana



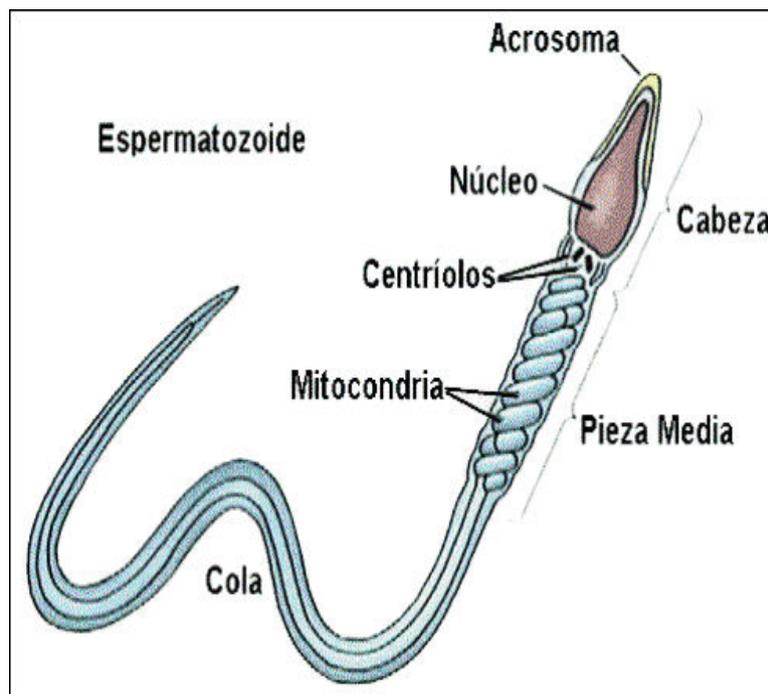
Interior de un tubo seminífero, al microscopio óptico. Se observan en su pared espermatogonias y en su luz espermatozoides

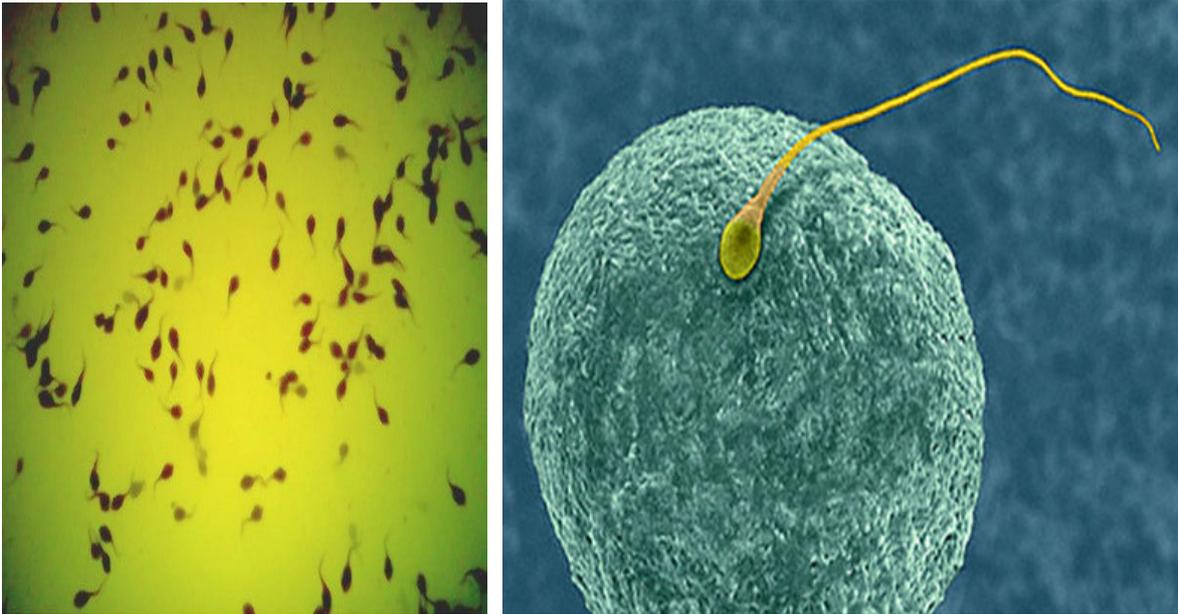
## 6.2. MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE.

El espermatozoide tiene tres regiones:

- La cabeza (parte más ancha). En su interior se encuentra el núcleo (haploide, con 23 cromosomas en varones). En su extremo anterior está el acrosoma (tipo de lisosoma que contiene enzimas necesarias para penetrar el óvulo y fecundarlo).
- La pieza intermedia (une la cabeza con la cola). En la zona donde se une con la cabeza hay dos centriolos. Esta pieza presenta, además, una gran cantidad de mitocondrias que usan glucosa y fructosa para, mediante respiración celular, producir energía.
- La cola. De uno de los centriolos de la pieza intermedia surge un flagelo cuyo mayor recorrido está alojado en la cola. El movimiento del flagelo produce el avance del espermatozoide usando energía producida por las mitocondrias de la pieza intermedia.

La supervivencia de los espermatozoides dentro del tracto genital femenino es de 1-2 días y solo una pequeña parte de los espermatozoides conservan una movilidad normal un día después de la eyaculación.



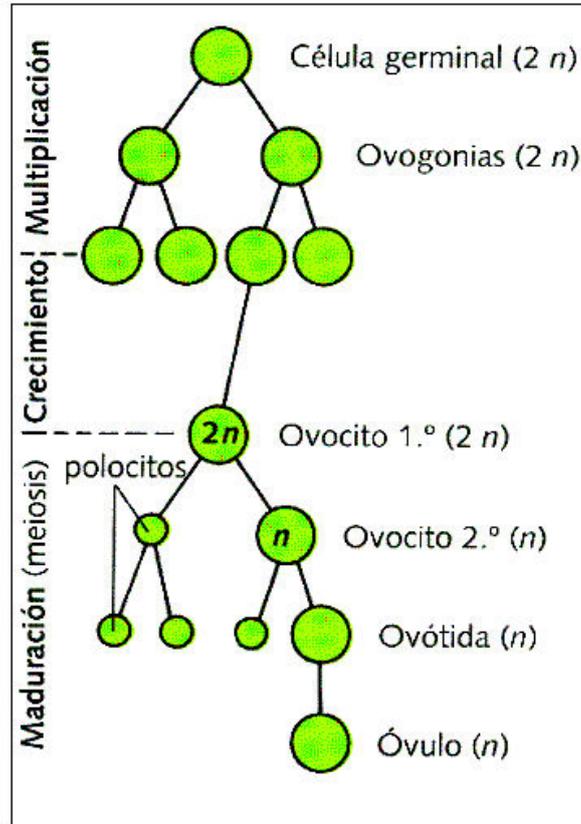


Espermatozoides (microscopio óptico). Derecha: comparación de tamaño con el óvulo, al microscopio electrónico

### 6.3. OVOGÉNESIS.

Los óvulos se forman a partir de células germinales localizadas en la corteza del ovario. La ovogénesis consta de las mismas fases que la espermatogénesis:

- a) Multiplicación. Las células germinales ( $2n$ ) se multiplican (antes del nacimiento de la niña) dando lugar a las ovogonias ( $2n$ ).
- b) Crecimiento. Las ovogonias tras cierto número de divisiones mitóticas aumentan de tamaño formando ovocitos primarios (estos se forman en la fase embrionaria). Al nacer, hay unos 200.000 folículos primordiales en cada ovario.
- c) Maduración. A la llegada de la edad fértil, comienza la maduración de los folículos. Cada mes varios folículos primordiales comienzan su desarrollo. En uno de ellos un ovocito primario ( $2n$ ) completa una meiosis, con las mismas fases que en la espermatogénesis, dando como resultado cuatro células haploides genéticamente distintas.
- d) Diferenciación o especialización celular. Sólo una de las células haploides resultante de la fase anterior producirá el óvulo ( $n$ ). El hecho de que, como ocurría con los espermatozoides, todos los óvulos sean genéticamente distintos explica que los descendientes sean diferentes.



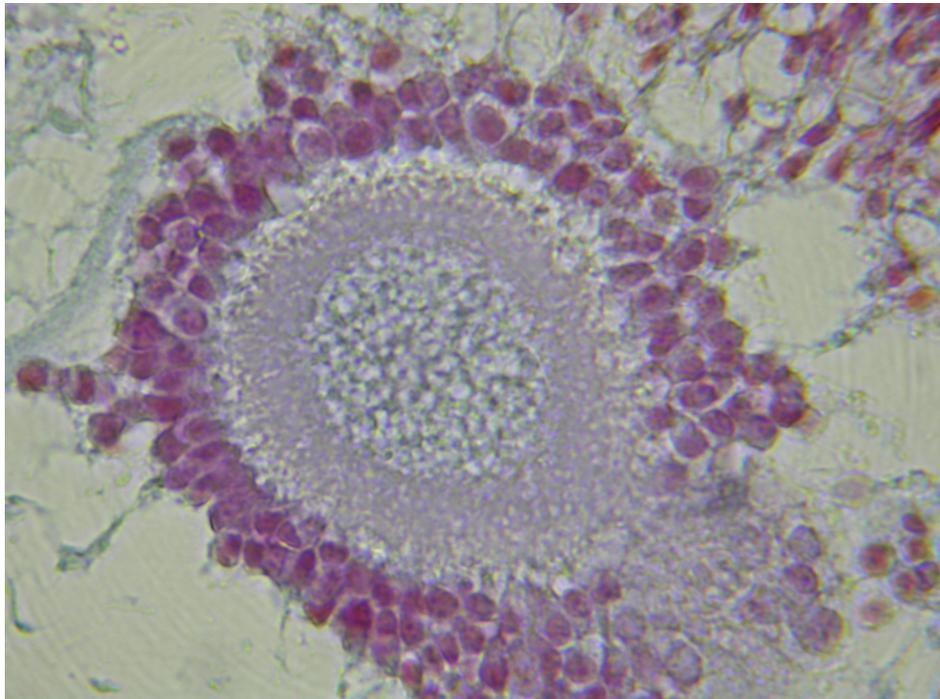
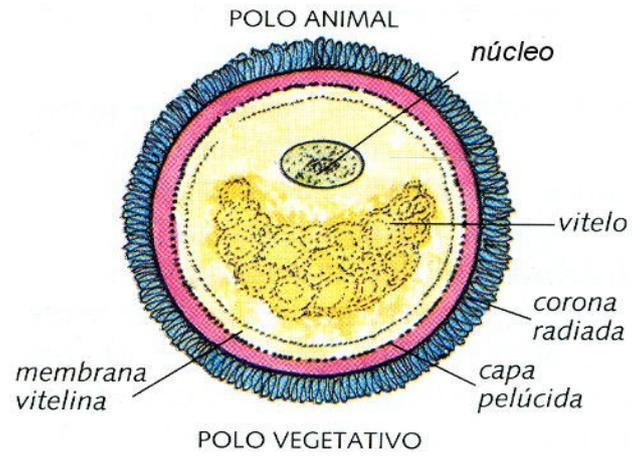
Ovogénesis humana

#### 6.4. MORFOLOGÍA DEL ÓVULO.

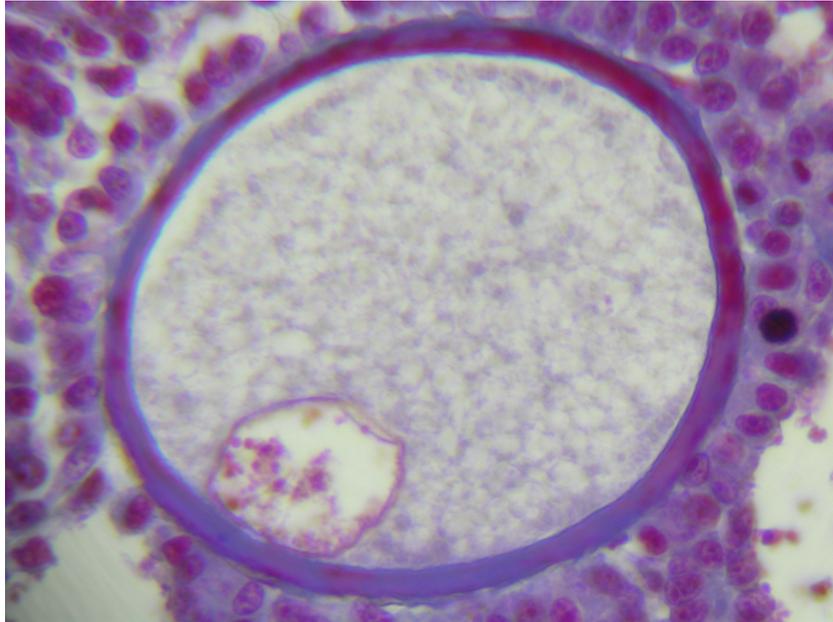
Está contenido en un folículo, es esférico y tiene un tamaño de 0,1 mm, siendo la mayor célula humana. Está formado por:

- Núcleo: ovocito (polo animal). Es haploide, contiene 23 cromosomas en la mujer.
- Citoplasma (polo vegetativo) con sustancias nutritivas, el vitelo, para el embrión hasta el momento en el que este se alimente a través de la placenta.
- La zona pelúcida, capa de glucoproteínas que rodea externamente a la membrana plasmática.
- La corona radiada, formada por multitud de células pequeñas que rodean externamente la zona pelúcida.

El óvulo es inmóvil por sí mismo y se desplaza gracias al movimiento ciliar y las contracciones de las trompas. Puede permanecer vivo entre uno y dos días tras la ovulación.



Óvulo de coneja



Óvulo de rata

## 7. FISIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN.

### 7.1. EL CICLO MENSTRUAL.

El ciclo menstrual es el conjunto de fenómenos asociados a la maduración del óvulo; dura aproximadamente 28 días y puede ser desglosado en tres fases:

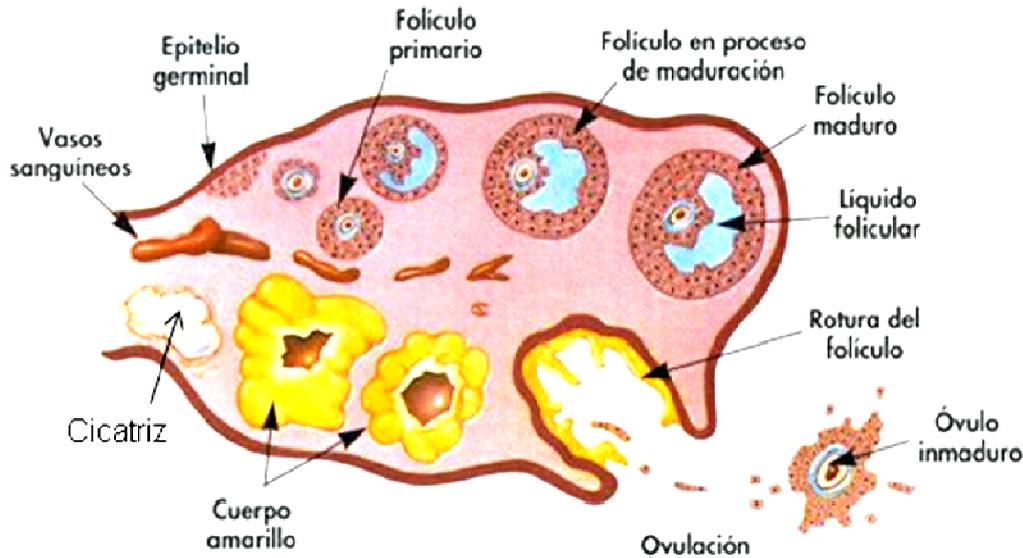
- a) Fase menstrual o sangrado (regla): comprende aproximadamente los días 1º al 5º del ciclo. La menstruación, que se desencadena por la bajada de los niveles de las hormonas sexuales femeninas, contiene sangre con restos del endometrio. En esta fase los folículos primarios comienzan a desarrollarse, convirtiéndose en folículos secundarios y se empieza a regenerar el endometrio perdido en la menstruación.

#### Trastornos menstruales.

Destacan los siguientes:

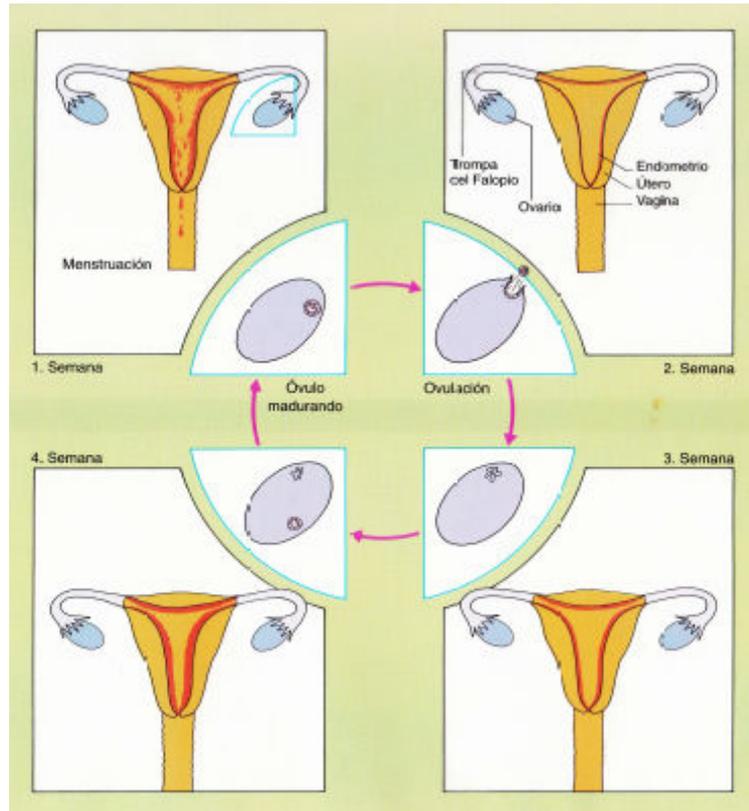
- Amenorrea: ausencia de la menstruación; puede deberse a alteraciones de la masa corporal, como la anorexia y la obesidad.
- Dismenorrea: dolor grave asociado a la menstruación.

- b) Fase preovulatoria y ovulatoria: la primera abarca los días 6º-13º del ciclo; uno de los folículos, por la acción de la FSH, hormona hipofisiaria, y de los estrógenos cuya secreción induce, crece más que los demás y madura, transformándose en un folículo de De Graaf. Hacia el día 14 tiene lugar, por el brusco aumento de la LH, hormona hipofisiaria, la ovulación: el óvulo se libera del folículo maduro y pasa a las trompas de Falopio (la ovulación solo ocurre en uno de los ovarios, al azar). A partir de este momento aumenta las posibilidades de embarazo, aunque la gestación también es posible en el resto del ciclo.



- c) Fase postovulatoria: es el periodo comprendido entre la ovulación y la iniciación de la siguiente menstruación si no hay embarazo (días 15º-28º). Por la acción de la LH, el folículo de De Graaf, tras la liberación del óvulo, sufre transformaciones como la acumulación de grasa convirtiéndose en el cuerpo lúteo o amarillo:

- Si hay fecundación: el cuerpo amarillo aumenta y segrega las hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona) hasta el tercer mes de embarazo. Estas hormonas también son secretadas por la placenta.
- Si no hay fecundación: entre los días 24-28 del ciclo, el cuerpo amarillo degenera dejando una cicatriz en el ovario. La menor secreción estrógenos desencadena una nueva menstruación.



El útero también experimenta transformaciones durante el ciclo menstrual. Cuando termina la menstruación el endometrio se va engrosando, por la proliferación de sus células y el enriquecimiento en glándulas y vasos sanguíneos:

- Si se produce fecundación: el endometrio permanece engrosado durante todo el embarazo.
- Si no hay fecundación: el endometrio se elimina dando lugar a un nuevo ciclo menstrual.

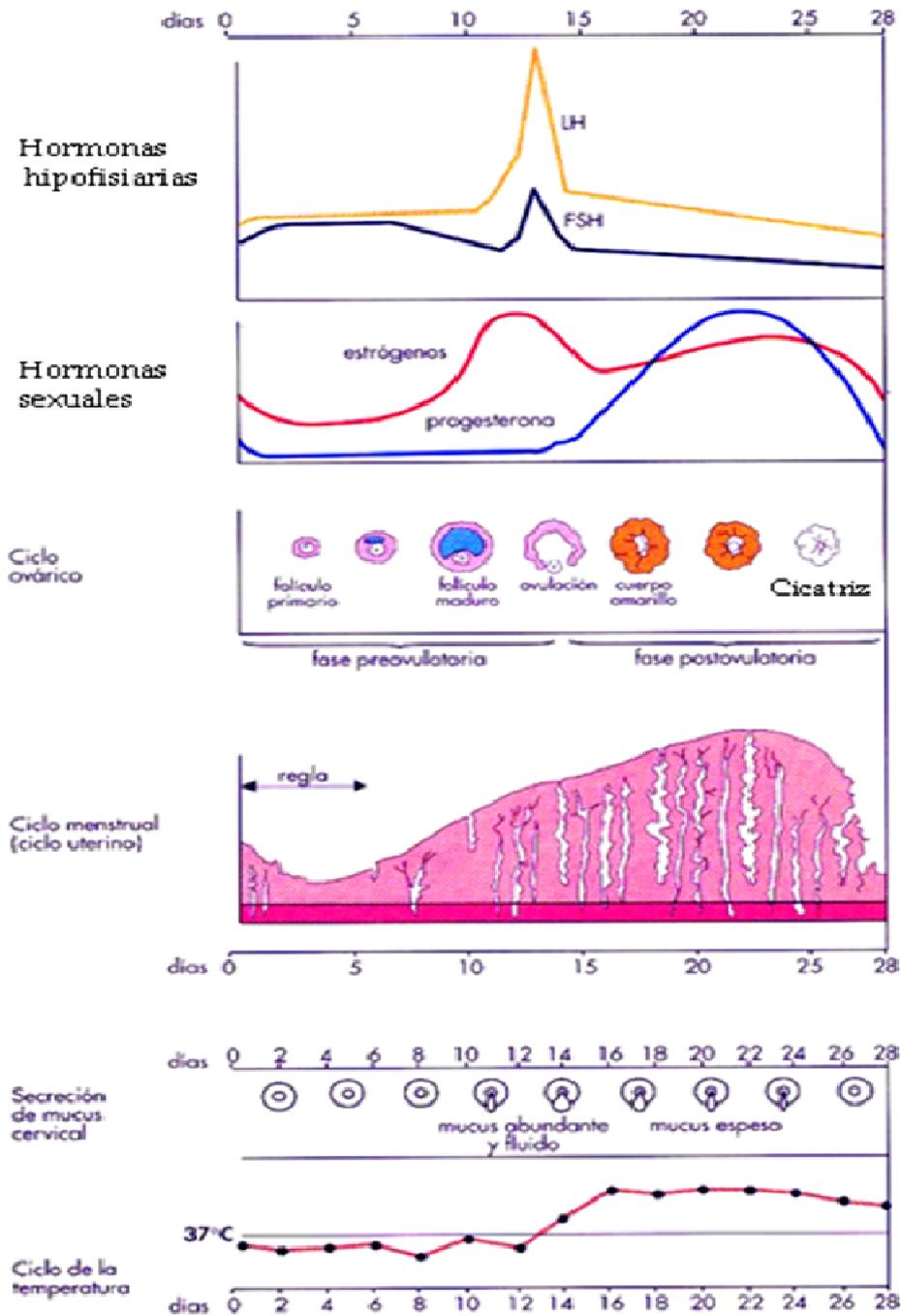
La regularidad con la que se repiten los ciclos sexuales se debe, por tanto, a la actuación de las hormonas sexuales:

- Estrógenos: induce el engrosamiento del útero y la ovulación.
- Progesterona: esta hormona induce el desarrollo del endometrio y que este permanezca engrosado para el anidamiento del embrión si se produce embarazo y es la responsable de la mayor temperatura que se produce en la segunda fase del ciclo.

Además, la actividad de los ovarios está regulada por dos hormonas producidas por la hipófisis:

- FSH: estimula la maduración de los folículos.
- LH: provoca la transformación del folículo maduro en el cuerpo amarillo.

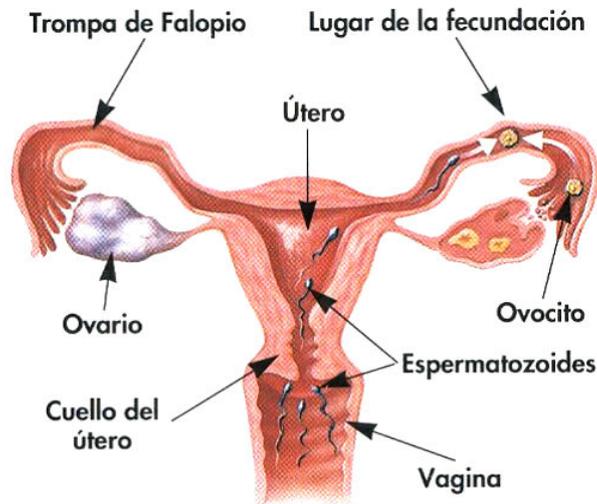
El moco es más abundante en los días que preceden a la ovulación porque, como se ha señalado antes, sirve para facilitar la penetración y la ascensión de los espermatozoides en el tracto femenino.



## 7.2. LA CÓPULA.

En la especie humana la fecundación es interna; la introducción de los espermatozoides en el aparato reproductor femenino se llama cópula o acto sexual.

La cópula se inicia con la erección del pene y su introducción en la vagina. Después se produce la eyaculación; los espermatozoides pasan de la parte superior de la vagina al útero y, finalmente, a la trompa que ese mes contenga el óvulo, donde tiene lugar la fecundación.



### Enfermedades de transmisión sexual (ETS).

Muchas de estas enfermedades tienen un curso poco sintomático o inespecífico, lo que da lugar a que se suelen diagnosticar con frecuencia cuando están en fase avanzada y es más complicado su tratamiento.

Entre las ETS causadas por bacterias se encuentran:

- Sífilis: esta enfermedad se desarrolla en varias fases. Comienza con una ulcera abierta que cicatriza con o sin tratamiento. En las etapas avanzadas están muy afectados los sistemas nervioso y cardiovascular. Puede tratarse con penicilina.
- Gonorrea: en los varones se manifiesta con inflamación de la uretra y micción dolorosa; en las mujeres puede ser asintomática o con afectación de las trompas y del peritoneo. En ambos casos puede causar esterilidad e incluso la muerte. Se trata con antibióticos.

Otras ETS están causadas por virus, como:

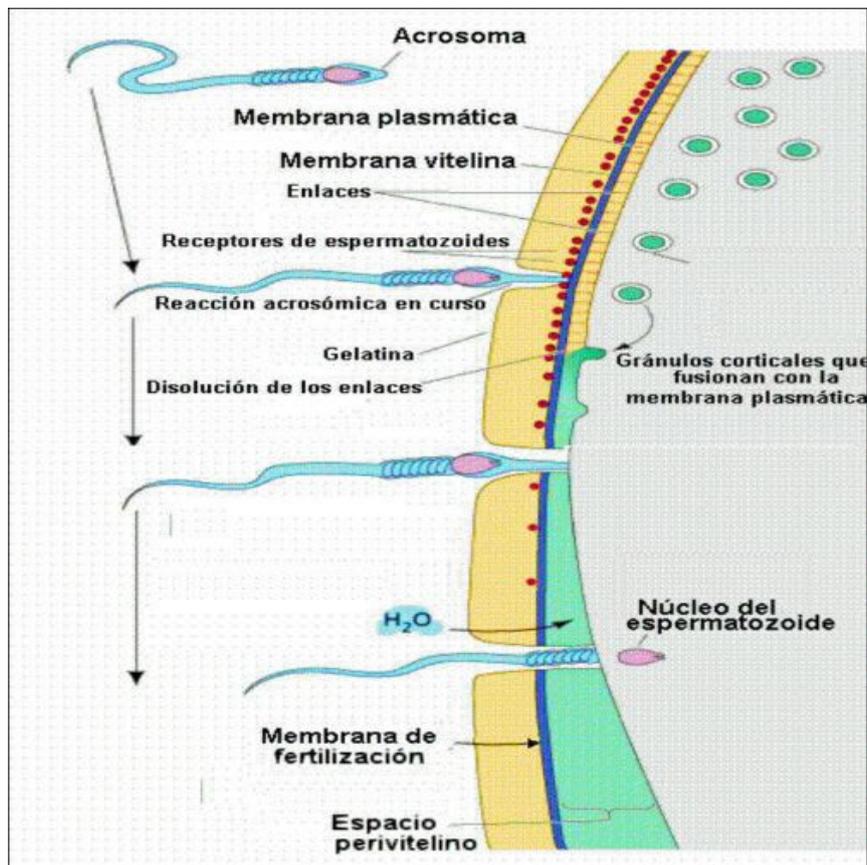
- Herpes genital: incluye vesículas dolorosas en el prepucio, glande, pene, vulva o vagina. Las lesiones pueden desaparecer espontáneamente.
- Verrugas genitales: enfermedad consistente en la aparición de verrugas en las partes genitales; los pacientes con esta enfermedad tienen más riesgo de sufrir diversos tipos de cáncer.
- Hepatitis B (Tema 2) y SIDA (Tema 11).

### 7.3. LA FECUNDACIÓN.

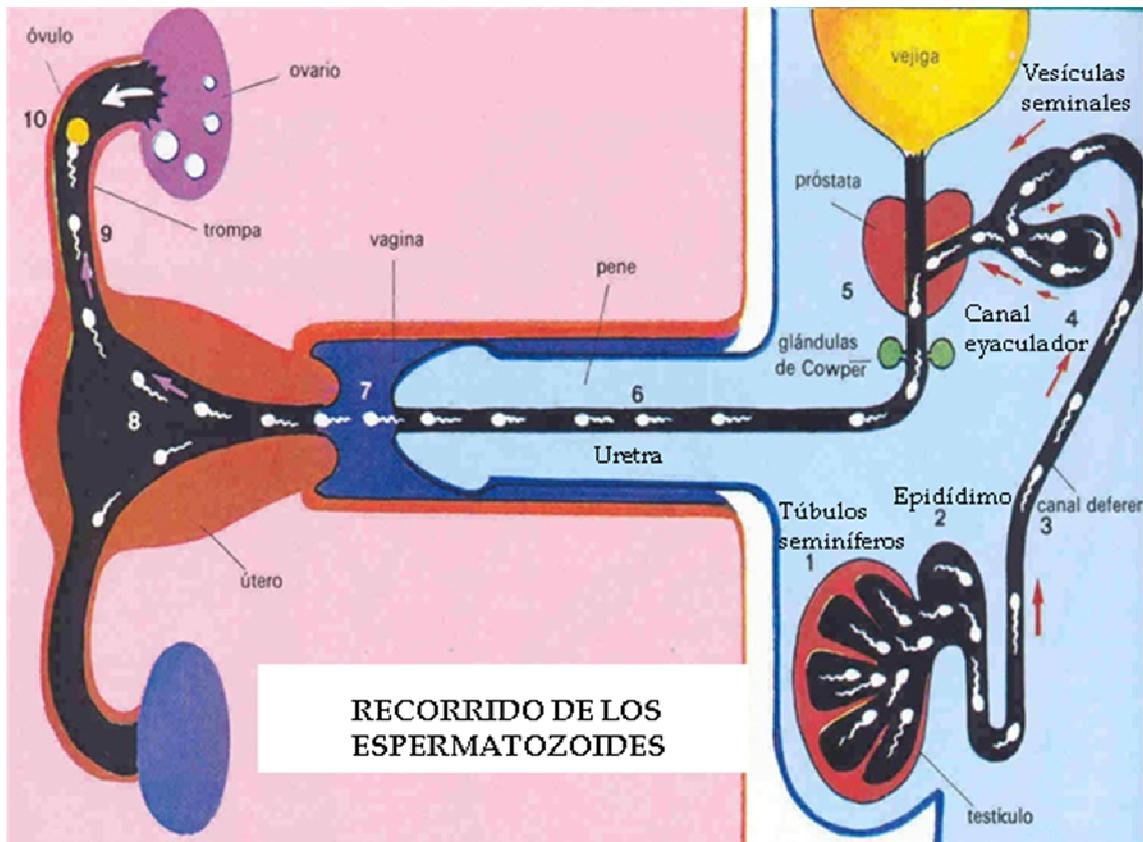
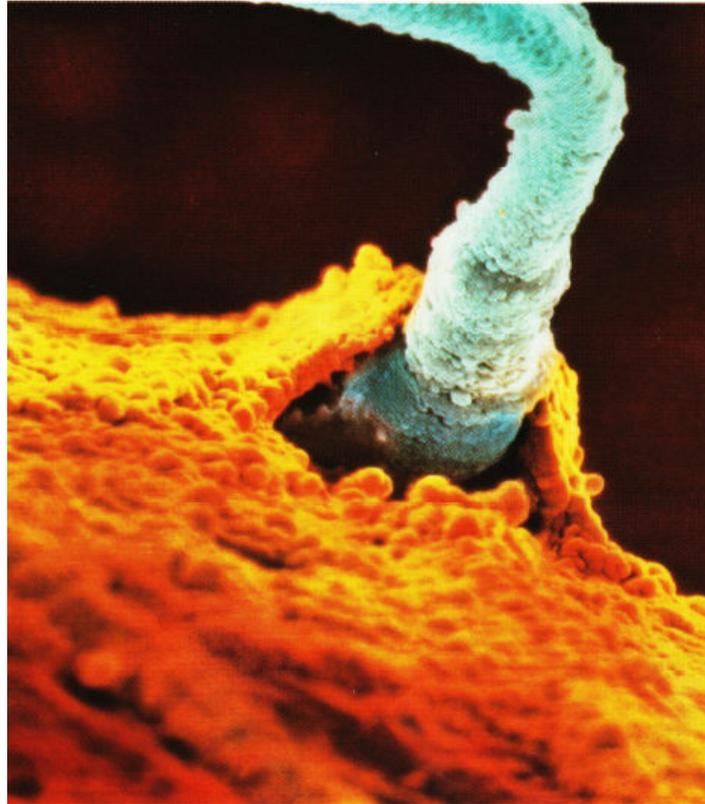
La fecundación o unión del óvulo y del espermatozoide, origina el cigoto, que será la primera célula del nuevo individuo.

El proceso de fecundación tiene dos fases:

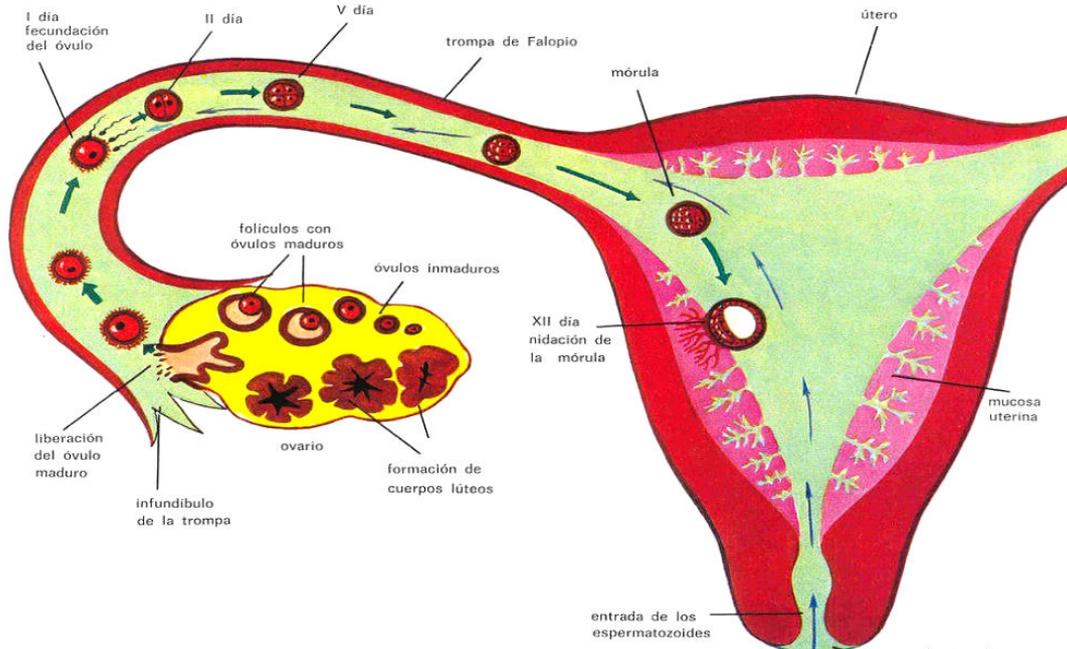
- a) Fertilización: consiste en la aproximación y penetración del espermatozoide en el óvulo. Para ello el acrosoma del espermatozoide libera enzimas capaces de perforar las cubiertas del óvulo, penetrando solamente la cabeza. Alrededor del óvulo se formará entonces la membrana de fecundación, que evitará que el óvulo sea fecundado por más espermatozoides.
- b) Anfimixis: es la fusión del núcleo del espermatozoide ( $n = 23$ ) y del núcleo del óvulo ( $n = 23$ ) para formar el núcleo del cigoto ( $2n = 46$ ). Por tanto, el cigoto tendrá 23 parejas de cromosomas; en cada pareja hay un cromosoma de origen materno y otro de origen paterno.



Fertilización. Siguiendo: fertilización al microscopio electrónico



Tras la fecundación comenzará el desarrollo embrionario, los primeros días en la trompa y después en el útero:



Durante el desarrollo embrionario el cigoto experimentará múltiples divisiones celulares. Al producirse la cariocinesis mediante mitosis, proceso que se repite durante el crecimiento del individuo, todas sus células somáticas, sobre 40 billones en el caso del ser humano, serán clónicas. No obstante las células se especializarán adoptando diferentes formas y funciones. Cuando este individuo alcance la madurez sexual, algunas de las células somáticas de sus gónadas producirán gametos haploides.

### Enfermedades hereditarias.

Determinadas enfermedades hereditarias pueden diagnosticarse prenatalmente mediante métodos como la amniocentesis, consistente en la extracción de una cantidad de líquido amniótico y el posterior análisis genético de las células fetales que contiene. Tras la aplicación de esta técnica existe alrededor de un 5% de riesgo de aborto.

- Patologías genéticas autosómicas (los alelos responsables no se localizan en los cromosomas sexuales). Como las siguientes, debidas a alelos recesivos:

- Albinismo: produce la falta de pigmentación de piel, ojos y pelo.
- Fenilcetonuria, que llega a producir retraso mental por deficiencia de una enzima.

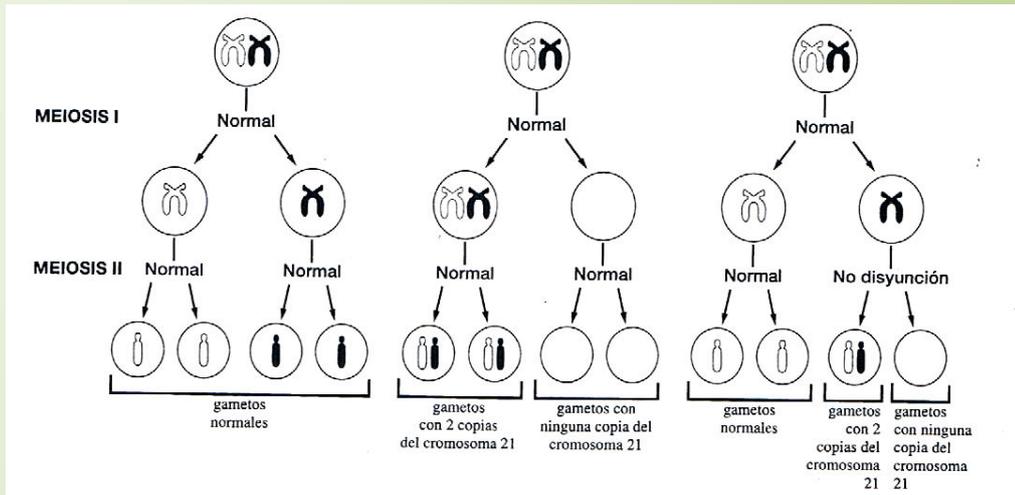
- Patologías ligadas al sexo, como las siguientes, debidas a alelos recesivos ligados al cromosoma X (es decir, alelos que se encuentran exclusivamente en ese cromosoma):

- Hemofilia: es una enfermedad consistente en la dificultad o imposibilidad de la coagulación sanguínea. No hay mujeres hemofílicas (se produce un aborto en el caso de los fetos hemofílicos femeninos).
- Daltonismo: se trata de que el individuo es incapaz de distinguir ciertos colores. En el tipo de daltonismo más común no se diferencia el verde y el rojo.

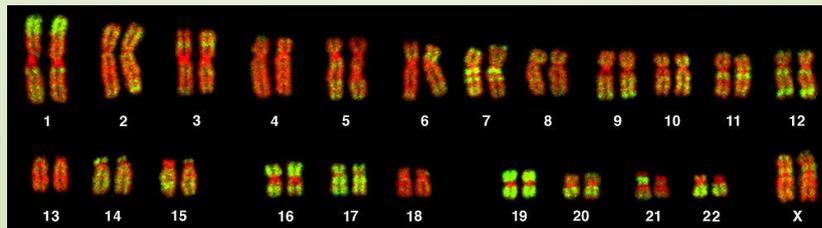
- Alteraciones cromosómicas. Se deben a fallos, durante la meiosis, en el mecanismo de separación de los cromosomas homólogos (que tiene lugar durante la anafase I) o a errores en el proceso de separación de las cromátidas hermanas (que ocurre en la anafase II).

Estos errores de separación de cromosomas homólogos o de cromátidas hermanas dan lugar a síndromes como los siguientes:

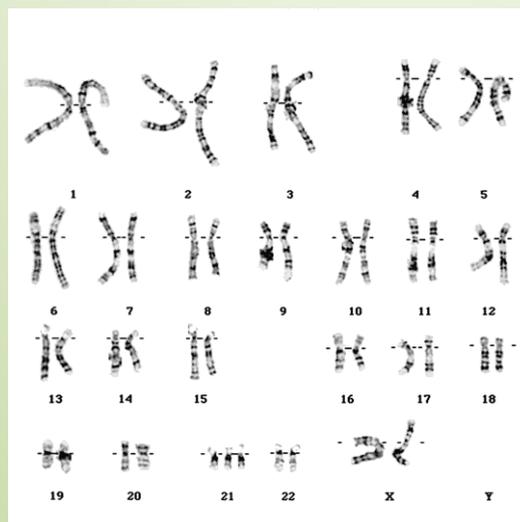
- Trisomía 21 o "síndrome de Down", consiste en la presencia de tres cromosomas número 21 en lugar de dos. Ocasiona retraso mental y distintas alteraciones orgánicas.



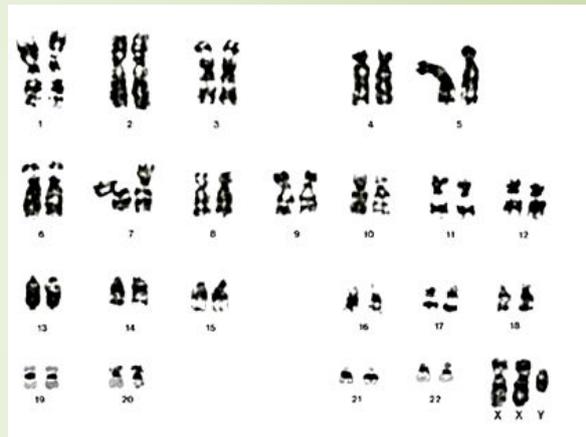
Izquierda: meiosis normal. Centro: fallo en la separación de los cromosomas homólogos. Derecha: error en la separación de las cromátidas hermanas. Se ha tomado como ejemplo el caso de la pareja de cromosomas número 21. Si un gameto con dos copias de este cromosoma interviene en la fecundación se producirá síndrome de Down



Cariotipo femenino normal. Abajo: mujer con síndrome de Down

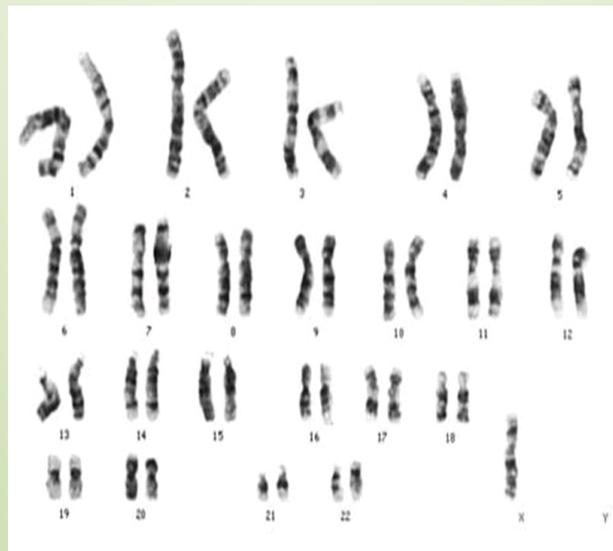


- Síndrome de Klinefelter: se da en varones. Habitualmente se trata del exceso de un cromosoma X. Produce infertilidad, disfunción sexual, etc.



Síndrome de Klinefelter

- Síndrome de Turner: es la ausencia de un cromosoma X en las mujeres. Produce infantilismo sexual, baja talla, etc.



Síndrome de Turner

**Embarazo extrauterino.**

Consiste en que el embrión, en lugar de implantarse en el útero, lo hace en una trompa de Falopio o en un ovario. Normalmente este embarazo no progresará.

**Embarazo falso.**

Ocurren un conjunto de síntomas que hacen pensar, erróneamente, en la existencia de gestación. Suele darse en mujeres deseosas de tener un hijo.

8. **MÉTODOS ANTICONCEPTIVOS.**

Los principales métodos anticonceptivos son los siguientes.

**Coitus interruptus.** También conocido "como marcha atrás" consiste en una interrupción del contacto vaginal antes de la eyaculación.

Ventaja: es un método natural.

Inconvenientes: no protege frente a las enfermedades de transmisión sexual (ETS). No permite culminar la relación sexual y tiene una baja eficacia porque antes de la eyaculación el pene puede emitir un líquido con espermatozoides.

**Ogino-Knauss.** Consiste en evitar las relaciones sexuales durante los días posteriores a la ovulación.

Ventajas: es un método natural.

Inconvenientes: no protege frente a las ETS. Restringe las relaciones sexuales a menos de diez días al mes y no tiene una gran eficacia.

**Método Billings.** Se fundamenta en la observación del moco cervical y de las secreciones vaginales durante el ciclo con el fin de planificar las relaciones sexuales.

Ventaja: es un método natural.

Inconvenientes: no protege frente a las ETS.

**Bioself.** Se basa en que la temperatura aumenta en la segunda mitad del ciclo. Es un aparato que emite luces de distintos colores para indicar la posibilidad o no de embarazo.

Ventaja: es un método inocuo de alta eficacia (90-96 %)

Inconvenientes: no protege frente a las ETS.

**Preservativo o condón.** Es una funda que se coloca sobre el pene en erección para que el semen no entre en contacto con la vagina.

Ventajas: protege frente a las ETS. Es totalmente inocuo y tiene una gran eficacia (90-97 % en los preservativos de buena calidad).

Inconvenientes: no tiene.

**Preservativo o condón femenino.** Es una funda que se coloca en la vagina.

Ventajas: protege frente a las ETS. Es totalmente inocuo y tiene una gran eficacia (90-99 % en los preservativos de buena calidad).

Inconvenientes: ninguno.

**Píldora femenina.** Preparado con las hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona) que impide la ovulación. Estas hormonas también se pueden suministrar de forma cutánea (parches anticonceptivos).

Ventajas: puede disminuir el riesgo de cáncer de ovario y de útero y la inflamación de las trompas. La eficacia puede ser del 92-99 %.

Inconvenientes: no protege frente a las ETS. Puede aumentar el riesgo de cáncer de mama. Su uso puede producir alteraciones como cefaleas y náuseas.

**Dispositivo intrauterino (DIU).** Es una pieza en forma de "T" que se coloca en el útero produciendo una inflamación del endometrio que impide la nidación del embrión. Está provisto en su brazo vertical de una espiral de cobre (espermicida).

Ventajas: tiene una eficacia de más de 98 %.

Inconvenientes: no protege frente a las ETS. Entre otras posibles alteraciones, dolores y perforación uterina.

**Diafragma.** Es una semiesfera que se coloca en la vagina para impedir la llegada de espermatozoides al útero. El diafragma se utiliza combinado con un espermicida y los hay de distintas tallas.

Ventajas: su eficacia puede superar el 96 %.

Inconvenientes: no protege frente a las ETS. Puede producir algunas alteraciones de tipo alérgico.

**Ligadura de trompas.** Es un método quirúrgico que consiste en realizar una ligadura en las trompas de Falopio de forma que se impide que el espermatozoide llegue hasta el óvulo.

Ventajas: tiene una eficacia de casi el 100 %.

Inconvenientes: no protege frente a las ETS. Es una técnica quirúrgica irreversible.

**Vasectomía.** Es una actuación quirúrgica sobre los canales deferentes que impide que el semen eyaculado contenga espermatozoides.

Ventajas: tiene una eficacia de casi el 100 %.

Inconvenientes: No protege frente a las ETS. Esta técnica quirúrgica no asegura su reversibilidad.

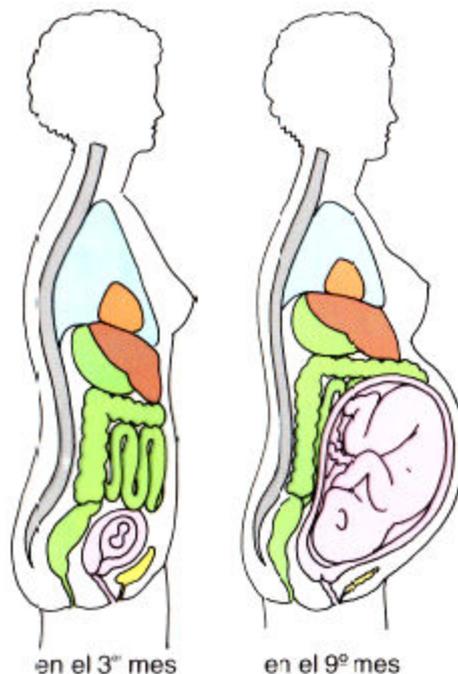
## 9. LA PLACENTA Y EL PARTO.

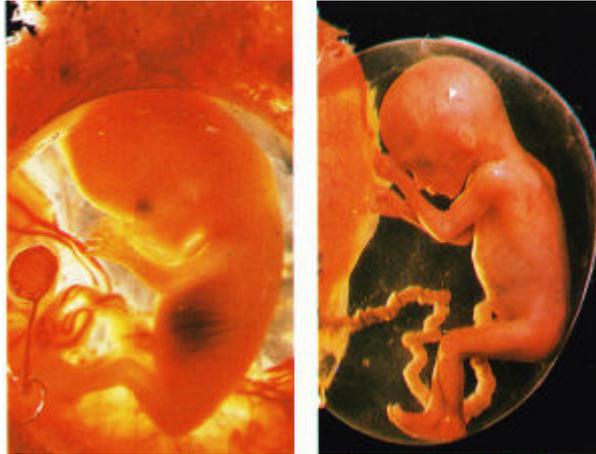
### 9.1. LA PLACENTA.

La placenta es el órgano que hace posible la integración orgánica entre la madre y el feto. La placenta está unida al útero y se comunica con el feto a través del cordón umbilical. El feto está alojado en una bolsa, el amnios, lleno del líquido amniótico.

Las funciones concretas de la placenta son:

- Permitir los intercambios entre la madre y el feto, de la sangre materna pasan a la del feto nutrientes y oxígeno, en sentido inverso se desplazan los desechos. También llegan hasta el feto anticuerpos de la madre, que le confieren una inmunidad natural pasiva. La placenta impide que las células sanguíneas de la madre lleguen al feto pero no ocurre lo mismo con los microbios como virus y bacterias y las sustancias tóxicas como el alcohol y la nicotina.
- Secretar hormonas (estrógenos y progesterona) necesarias para la gestación.

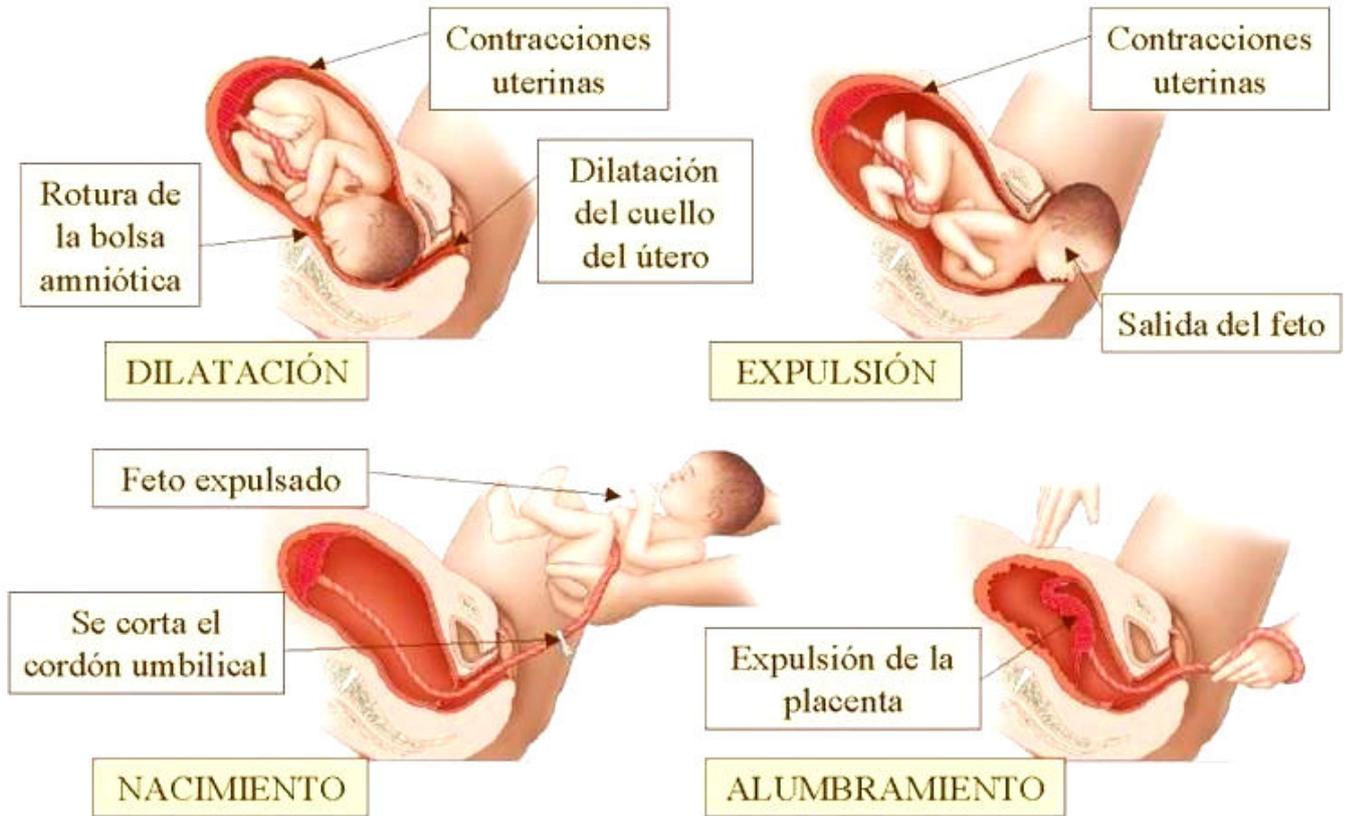




## 9.2. EL PARTO.

Consiste en la salida del feto del cuerpo de la madre. En su transcurso se distinguen tres fases:

- 1ª fase: dilatación del cuello del útero. Hacia el final del embarazo la mayoría de los fetos colocan su cabeza cerca del cuello del útero. Las contracciones del miometro facilitan la dilatación del cérvix, lo que hace que se desprenda del tapón mucoso y que se abra hasta dejar un orificio de unos 10 cm de diámetro. Durante este tiempo el amnios se rompe, con la salida del líquido amniótico se dice que la mujer "ha roto aguas."
- 2ª fase: salida del feto. Cuando la dilatación del cuello es suficiente, las contracciones del útero, con la ayuda de la madre, empujan al feto a través del conducto vaginal hacia fuera del cuerpo materno. El cráneo del recién nacido contiene zonas de tejido cartilaginoso que al deformarse posibilitan la salida de la cabeza; el resto del cuerpo aflora más fácilmente. El personal sanitario corta y anuda el cordón umbilical (el resto del cordón se desprenderán del bebé a los pocos días del nacimiento), también lava, pesa y mide al bebe y procede a un reconocimiento.
- 3ª fase: expulsión de la placenta. Tras el nacimiento, las contracciones uterinas se reanudan para desprender del cuerpo de la madre la placenta y los restos de las envueltas embrionarias. Por distintas causas a veces el nacimiento sólo será posible mediante una intervención quirúrgica, la cesárea, consistente en abrir, bajo anestesia, el abdomen y el útero para extraer al feto.



### Parto prematuro.

Es el nacimiento antes de los 9 meses de edad (parto normal), habitualmente a partir del 7º mes. Puede entonces ser necesario que el bebé prematuro deba permanecer un tiempo en una incubadora.

### **Virus de la rubéola.**

Se refiere a que la madre contraiga la rubeola durante el primer trimestre de embarazo, lo que puede provocar alteraciones en el bebé como cataratas, sordera, retraso mental, etc.

### **Alteraciones del metabolismo materno.**

Pueden provocar abortos, niños deficientes, deformes, etc. Por ejemplo, la ingesta de ciertos fármacos por parte de la madre puede producir en el bebé focomelia, falta parcial de extremidades, o amelia, ausencia total de extremidades.

## 10. LA RESPUESTA SEXUAL HUMANA.

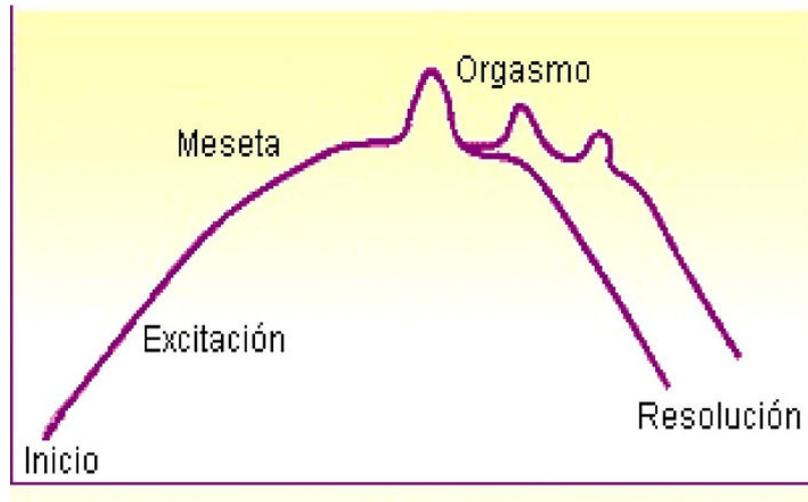
Ésta consta de cuatro fases:

**FASE DE EXCITACIÓN:** en esta fase ocurren los primeros contactos sexuales en los cuales aparecen respuestas con estímulos físicos y psíquicos variados como percepciones olfativas, táctiles, etc. La duración de esta fase suele ser distinta en hombres y mujeres. Durante la misma se producen una serie de cambios físicos, en el caso del hombre se produce la erección del pene y modificación de la posición de los testículos. En el caso de la mujer ocurre un cambio de color en la vagina y un aumento del tamaño de pechos, clítoris y útero.

**FASE DE MESETA:** su duración depende de algunos factores como la edad, condiciones físicas y experiencia sexual. Tanto en el hombre como en la mujer se produce un aumento de la tensión muscular y en el caso de los hombres se produce la emisión de un líquido que probablemente contenga espermatozoides. En la mujer, la vagina se dilata y el útero se eleva para recibir el esperma. Si la estimulación continúa se llega a la siguiente fase que es el orgasmo.

**FASE DE ORGASMO:** es la etapa en la que se llega a la plenitud sexual. Se libera la tensión acumulada. En la mujer se producen contracciones rítmicas del útero y la vagina; en el hombre se producen contracciones rítmicas de los músculos del periné y la eyaculación. A diferencia de los hombres, las mujeres pueden tener más de un orgasmo en un mismo acto sexual.

**FASE DE RESOLUCIÓN:** tanto el organismo en general (ritmo respiratorio, tensión arterial, etc) como los órganos genitales vuelven a su estado inicial.



## 11. LA INFERTILIDAD.

Etiología:

- Factores femeninos: disfunción ovulatoria, anomalías en la producción de ciertas hormonas; problemas anatómicos; defectos congénitos; patologías que cursen con infección, etc.
- Factores masculinos: escasez de espermatozoides; función anormal del espermatozoide; estilo de vida (consumo de drogas, etc.); desordenes hormonales; defectos congénitos o anatómicos, etc.

Diagnóstico:

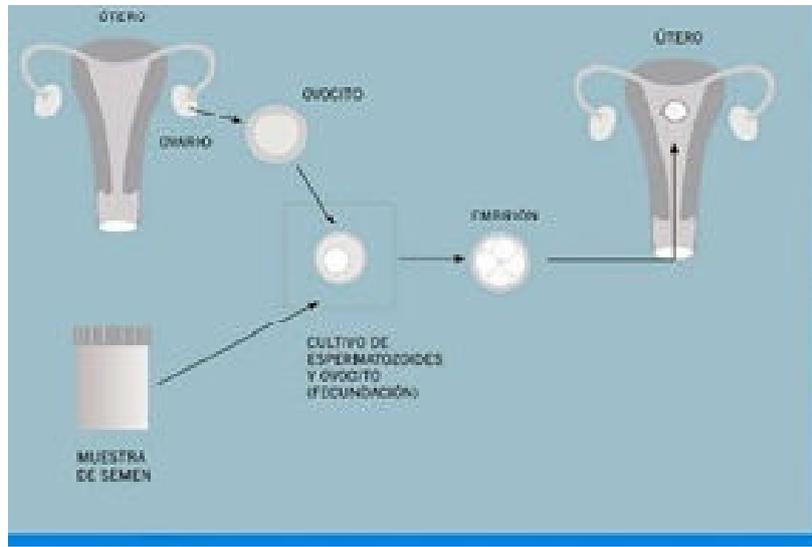
En la mujer se realizará un examen físico, una evaluación de la ovulación, un examen de hormonas, etc.

En el hombre se hará un análisis del semen y también exámenes de las hormonas masculinas, etc.

Entre los muchos tratamientos para la infertilidad se encuentran las técnicas de reproducción asistida:

- Relaciones programadas: consiste en determinar el día del ciclo más fértil para mantener la relación sexual.
- Inseminación artificial: técnica que, en un momento próximo a la ovulación, deposita en el útero de la mujer los espermatozoides de su pareja o de un donante.
- Fecundación *in vitro*: consiste en extraer ovocitos y depositarlos en una incubadora para que estos maduren y pasen a ser óvulos. Los óvulos serán fecundados fuera del cuerpo femenino y posteriormente serán implantados.

en el útero varios embriones (para aumentar las posibilidades de que uno progrese), por lo que es probable que se produzca un embarazo múltiple.



### EJERCICIOS RESUELTOS

**1. Determinar las posibilidades fenotípicas de la descendencia de una mujer portadora de la hemofilia y un hombre hemofílico.**

25 % de mujeres portadoras; 25 % no nacen; 25 % de varones de coagulación normal; 25 % de varones hemofílicos.

**2. Establece los genotipos de una pareja sabiendo que tienen un hijo daltónico pero ninguno de ellos tiene la enfermedad.**

Mujer:  $X_D X_d$  ; Varón:  $X_D Y$