

La reproducción humana.



SISTEMAS REPRODUCTORES HUMANOS

El sistema reproductor o genital, tanto masculino como femenino están, compuestos por gónadas, órganos especializados en producir gametos o células reproductoras, y otros órganos anejos que son necesarios para el transporte de gametos, fecundación y desarrollo del embrión. Además, también se encargan de la síntesis de las hormonas sexuales.

Las gónadas masculinas, conocidas como testículos, y las gónadas femeninas, llamadas ovarios, son el carácter primario que define el sexo de un individuo.

Por otro lado, los órganos anejos son necesarios para el funcionamiento correcto del aparato reproductor y contribuyen a los caracteres sexuales secundarios, permitiendo la identificación del sexo sin necesidad de observar las gónadas.

1- Aparato reproductor femenino

En el aparato reproductor femenino podemos distinguir diferentes órganos y estructuras especializadas en la producción de gametos, la fecundación y el desarrollo del embrión. Los órganos reproductores femeninos incluyen los ovarios, las trompas de Falopio, el útero, la vagina y los genitales externos, así como las glándulas mamarias, que son estructuras accesorias importantes para la alimentación del recién nacido.

En las mujeres en edad fértil, los ovarios, las trompas de Falopio y el útero experimentan cambios rítmicos, morfológicos y funcionales que están relacionados con el ciclo menstrual y el embarazo. Estos cambios están regulados por el sistema nervioso y endocrino y controlan la maduración del óvulo, la preparación del útero para la implantación y el desarrollo del embrión.

1.1- Ovarios

El ovario es un órgano fundamental del aparato reproductor femenino. El ovario se encarga de producir y liberar los óvulos, los gametos femeninos, las células sexuales femeninas necesarias para la reproducción. Además, el ovario también produce hormonas sexuales que son responsables de controlar el ciclo menstrual y otros procesos importantes del cuerpo de la mujer.



Los ovarios son un par de glándulas situadas en la pelvis, en la parte baja del abdomen, uno a cada lado del cuerpo. Tienen forma redondeada y su tamaño puede

variar de una mujer a otra, pero generalmente miden unos tres centímetros de diámetro.

Los ovarios están formados por una corteza gruesa que rodea a la médula. En la superficie, están cubiertos por una cápsula de tejido conjuntivo. En la corteza, se pueden observar una serie de cavidades llamadas folículos, los cuales contienen los óvulos, células femeninas encargadas de la reproducción.



çLa maduración del óvulo se produce en el interior del folículo. La proliferación y crecimiento de las células germinales sólo se produce durante las etapas embrionarias de la mujer, lo que significa que después del

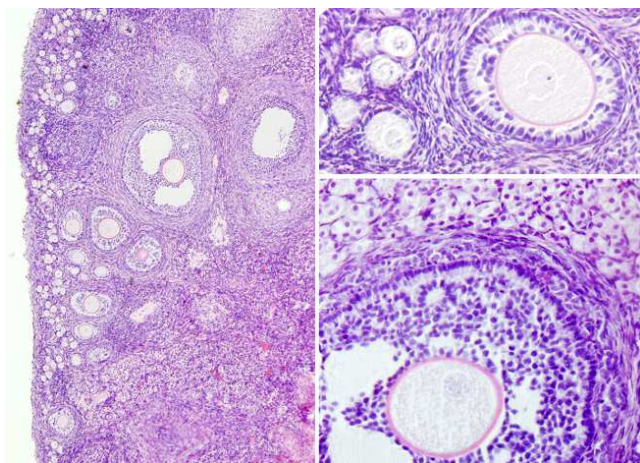
nacimiento no se generan más óvulos. Los ovocitos de primer orden, que son los óvulos inmaduros, existen desde el nacimiento y se van activando a lo largo de la vida reproductiva de la mujer. En el momento del nacimiento, existen alrededor de dos millones de folículos en los ovarios de la mujer, aunque la mayoría de ellos se atrofian y solo quedan unos 300000 al llegar a la pubertad. De ellos, solo unos 400 o 500 ovocitos llegarán a madurar a lo largo de la vida de la mujer.

La maduración de los folículos y la liberación de los ovocitos está controlada por la acción de hormonas hipofisarias y foliculares, lo que determina que madure un folículo cada mes. Los ovarios son una parte importante del sistema reproductor femenino y participan en la producción de gametos y la regulación del ciclo menstrual.

1.2- Crecimiento folicular, desarrollo y transformación

Durante el desarrollo del folículo ovárico, se pueden distinguir diferentes etapas que llevan al crecimiento y transformación del ovocito. Los folículos primordiales contienen un ovocito y una cápsula de células foliculares que lo rodea. El ovocito tiene una estructura bien desarrollada, con un aparato de Golgi y abundantes mitocondrias pequeñas.

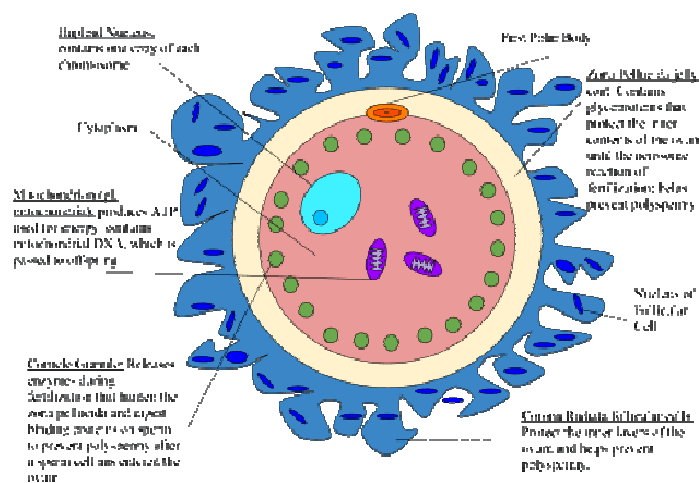
Los folículos maduros se forman a partir de los folículos primordiales y cada mes, algunos de ellos se activan y comienzan a desarrollarse hacia ovocitos maduros. Aproximadamente al sexto día del ciclo menstrual, uno de estos folículos comienza a crecer rápidamente mientras que los demás sufren regresión. Según crece el ovocito, la capa de células foliculares se transforma en la zona



pelúcida, una capa clara y retráctil que rodea al ovocito. Las células del folículo proporcionan nutrientes al ovocito en crecimiento.

El folículo maduro tarda entre 10 y 14 días en desarrollarse desde el principio del ciclo menstrual. Durante esta etapa, el folículo ocupa todo el espesor de la corteza ovárica y forma una protuberancia en la superficie del ovario. El óvulo se separa gradualmente del ovario y las capas de células granulosas que permanecen adheridas al óvulo se llaman corona radiada. Comprender el proceso de crecimiento y transformación del folículo ovárico es fundamental para entender la maduración y liberación del ovocito durante el ciclo menstrual.

1.3- Estructura y partes del óvulo



Etapa Descripción Fecha aproximada en el ciclo menstrual

Folículo primordial Contiene un ovocito rodeado por una cápsula de células foliculares. El ovocito tiene un aparato de Golgi desarrollado y abundantes mitocondrias pequeñas. Presente desde el nacimiento hasta la pubertad

Folículo maduro Formado a partir de folículos primordiales activados. Uno de ellos crece rápidamente alrededor del sexto día del ciclo menstrual, mientras que los demás regresan. La capa de células foliculares se transforma en la zona pelúcida. Nutrientes son proporcionados al ovocito en crecimiento. Día 6-14 del ciclo menstrual

Ovocito El ovocito maduro es liberado del ovario tras completar su desarrollo. Las capas de células granulosas adheridas al ovocito se llaman corona radiada. Día 14 del ciclo menstrual (ovulación)

Oviductos o trompas de Falopio

Los oviductos, también conocidos como trompas de Falopio, son estructuras con forma de tubo que van desde el útero hasta la superficie del ovario. La mucosa interna de los oviductos está formada por células secretoras y ciliadas que trabajan de forma

conjunta para transportar el óvulo maduro desde el ovario hasta el útero.

Durante la ovulación, los oviductos presentan movimientos peristálticos con los que impulsan el óvulo hacia el útero. En los oviductos es donde se produce la fecundación, cuando el óvulo es encontrado por un espermatozoide y se fusionan para formar un nuevo embrión.

Útero o matriz

El útero humano es el órgano encargado de la gestación. Es un órgano muscular, hueco que consta de tres capas: perimetrio, miometrio y endometrio.

Perimetrio o capa serosa. Es la capa más externa, y está compuesta por tejido conjuntivo.

Miometrio. Masa de músculo liso de la que depende el grosor de la pared uterina.

Endometrio. Es la capa interna, una mucosa glandular que recubre la superficie interna del útero y que se renueva en cada ciclo menstrual si no hay fecundación.

El útero tiene dos partes distintas:

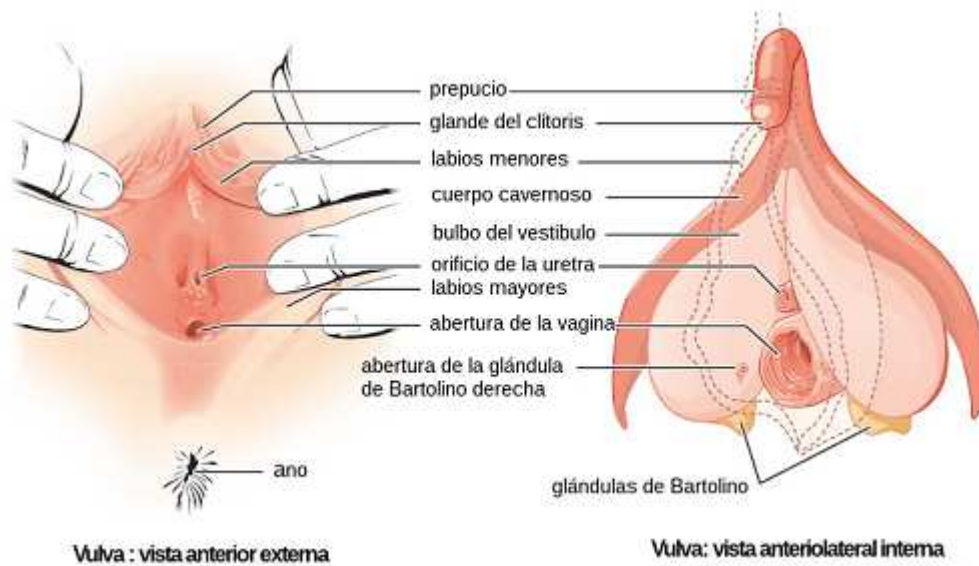
El cuerpo uterino, que es una parte ensanchada en la que desembocan los oviductos.

El cuello o cérvix uterino, que es la parte inferior más estrecha que comunica con la vagina.

El útero es el lugar donde se produce la implantación del cigoto y donde se desarrolla el crecimiento y maduración del embrión. En el útero, al comienzo del embarazo, se forma la placenta, un órgano especializado que sirve para comunicar el sistema circulatorio del embrión, que se está desarrollando, y el de la madre.

Vagina

La vagina es un tubo corto muscular y elástico de paredes delgadas, con una longitud de entre 7 y 10 cm y un ancho de 2 cm en reposo. Se extiende desde el borde inferior del útero al vestíbulo de los genitales externos. La vagina sirve como receptáculo al pene durante la cópula y es también la vía de expulsión del feto durante el parto.



A diferencia del útero, la vagina no tiene glándulas específicas. En cambio, está lubricada por secreciones de las glándulas cervicales. Durante la excitación sexual, el epitelio vaginal secreta mucus.

Genitales externos. La vulva

Los genitales externos de la mujer, en conjunto, se conocen como vulva. A continuación, describimos cada una de sus estructuras:

Monte de Venus

El monte de Venus es un cojincillo graso cubierto de piel que se encuentra por delante de la sínfisis púbica. Después de la pubertad, se cubre de pelo grueso.

Labios mayores

Los labios mayores son pliegues cutáneos gruesos y redondeados que son homólogos al escroto masculino. Las superficies externas están cubiertas de pelo, mientras que su cara interna es lamiña. Tienen abundantes glándulas tanto en la superficie externa como en la interna.

Labios menores

Los labios menores son pequeños y delgados pliegues cutáneos que limitan un área llamada vestíbulo. En el vestíbulo se abren a la superficie la vagina, la uretra y los conductos de las glándulas vestibulares mayores (glándulas de Bartolino).

Clítoris

Está formado por dos pequeñas masas fusionadas de tejido cavernoso eréctil que, distalmente, terminan en un tubérculo redondeado conocido como glande del clítoris. Este órgano está ricamente provisto de terminaciones nerviosas sensitivas. Es el principal órgano erógeno femenino.

Bulbo vestibular

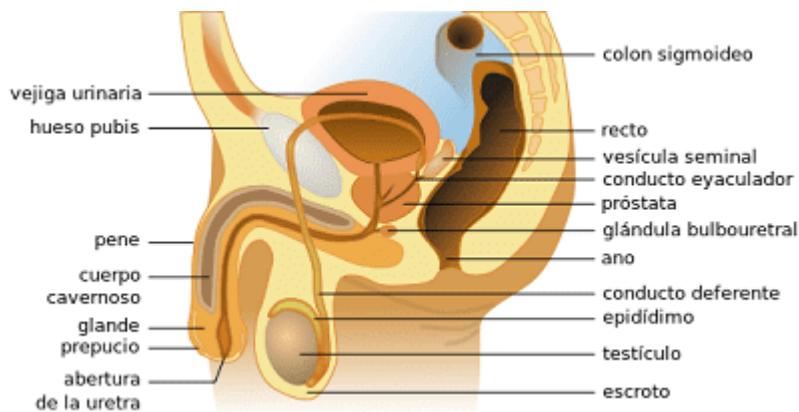
El bulbo vestibular está compuesto por dos masas relativamente grandes de tejido eréctil situadas a cada lado del orificio vaginal. Por la parte de detrás, este órgano se expande y toma contacto con las glándulas vestibulares mayores.

Glándulas vestibulares mayores (glándulas de Bartolino)

Las glándulas de Bartolino son homólogas a las glándulas bulbouretrales del hombre. Producen una secreción mucosa que sirve como lubricante durante la actividad sexual.

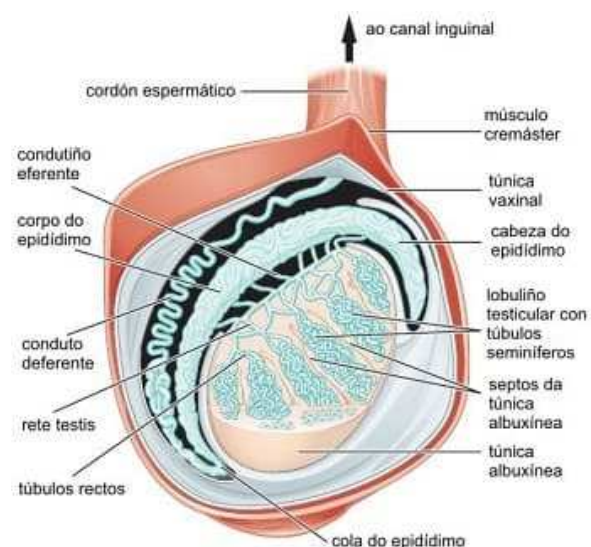
Aparato reproductor masculino

El aparato reproductor masculino es un conjunto de órganos y tejidos especializados en la producción, almacenamiento y transporte de espermatozoides, el gameto o célula sexual masculina, y en la producción de hormonas sexuales masculinas, principalmente testosterona.



Los testículos

Los testículos son las gónadas masculinas, un par de glándulas sexuales masculinas que se encuentran en una bolsa de piel denominada escroto, que tiene una importante función termorreguladora para la producción de espermatozoides. Internamente, los testículos están divididos en unos 250 compartimentos llamados lobulillos testiculares, que están rodeados por una gruesa cápsula fibrosa llamada túnica albugínea. Cada lobulillo está compuesto por uno a cuatro túbulos seminíferos, que están dispuestos en forma de rollos.



Los túbulos seminíferos son los encargados de llevar a cabo el proceso de espermatogénesis, es decir, la producción de

espermatozoides. Entre los túbulos seminíferos aparecen las células de Leydig, que se encargan de la síntesis y secreción de la hormona sexual masculina, la testosterona, hacia los capilares sanguíneos. La testosterona es la responsable de la activación de la actividad de todos los órganos sexuales en el hombre, así como del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios masculinos, como el vello corporal, el cambio de voz, la musculatura, entre otros.

La secreción de la testosterona es necesaria, entre otras funciones, para la maduración de los espermatozoides. Durante el proceso de maduración de los espermatozoides, las células de Sertoli les proporcionan soporte y alimento.

Cada testículo se encuentra unido en su cara posterior con la porción terminal del cordón espermático, que está compuesto por el conducto deferente, los vasos sanguíneos y nervios de cada lado. El cordón espermático y los testículos están revestidos por el músculo cremaster.

Los conductos excretores

Los conductos excretores del sistema reproductor masculino transportan los espermatozoides desde los testículos hasta el exterior del organismo. Estos conductos están compuestos por:

- El epidídimo.
- El conducto deferente.
- El conducto eyaculador.
- La uretra.

Epidídimo

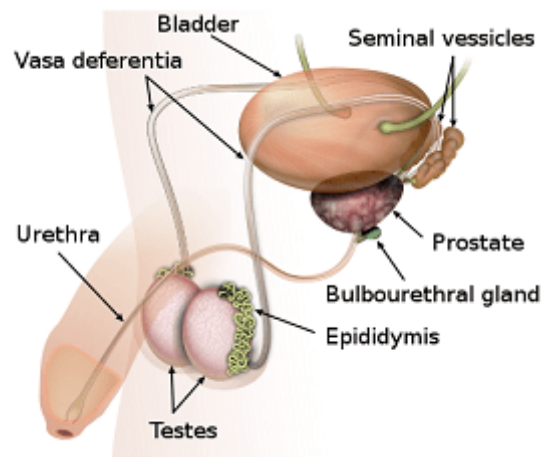
El epidídimo es una prolongación de los conductos del testículo donde confluye la red testicular anterior. En él se almacenan y maduran los espermatozoides hasta que completan su maduración y división reduccional (meiosis), y posteriormente la espermiogénesis (adoptando la forma típica del espermatozoide).

Conductos deferentes

El conducto deferente recibe los espermatozoides del epidídimo y los conduce desde cada testículo hasta el conducto eyaculador. Termina en la base de la próstata, donde se une con el conducto de la vesícula seminal para formar el conducto eyaculador.

Conducto eyaculador

El conducto eyaculador pasa a través de la próstata y penetra en la uretra a través de dos pequeñas hendiduras localizadas en la parte posterior de ésta. Está formado por dos conductos cortos que conectan los conductos deferentes con la uretra. Los conductos eyaculadores tienen una musculatura que les permite impulsar el esperma



desde las vesículas seminales hacia la uretra y finalmente al exterior del organismo. Las glándulas de Cowper, situadas a lo largo de la uretra, segregan un líquido lubricante durante la excitación sexual, que facilita el desplazamiento del semen en su recorrido, además de facilitar la penetración.

La vasectomía bilateral consiste en ligar y seccionar los dos conductos deferentes en el interior del escroto, lo que impide la salida de los espermatozoides durante la eyaculación.

Glándulas accesorias del aparato reproductor masculino

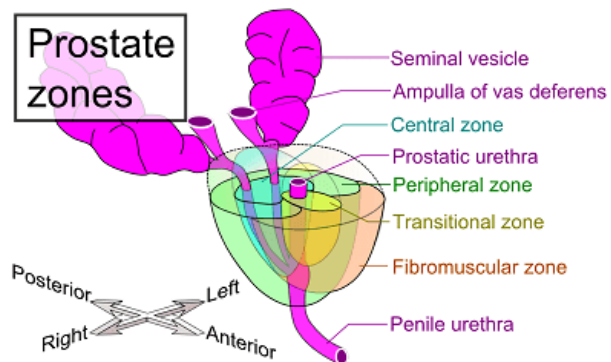
Las glándulas accesorias tienen una importante función para la reproducción. Las principales glándulas son las vesículas seminales, la próstata y las glándulas bulbouretrales o glándulas de Cowper.

Vesículas seminales

Las vesículas seminales se sitúan por encima de la base de la próstata. Estas glándulas producen una secreción clara, amarillenta y viscosa que contiene globulina y fructosa. Esta secreción sirve como medio de transporte y nutriente para los espermatozoides.

Próstata

La próstata es la glándula accesoria más grande del aparato reproductor masculino. Tiene forma de castaña y está situada por delante del recto, debajo de la vejiga y rodea completamente al primer segmento de la uretra. La secreción prostática es un líquido alcalino, lo que ayuda a neutralizar las secreciones vaginales ácidas de la mujer, aumentando la probabilidad de supervivencia de los espermatozoides en el aparato reproductor femenino. La próstata también cuenta con anillos musculares que impulsa al semen durante la eyaculación y bloquean la uretra durante la excitación sexual, para impedir momentáneamente la salida de orina.

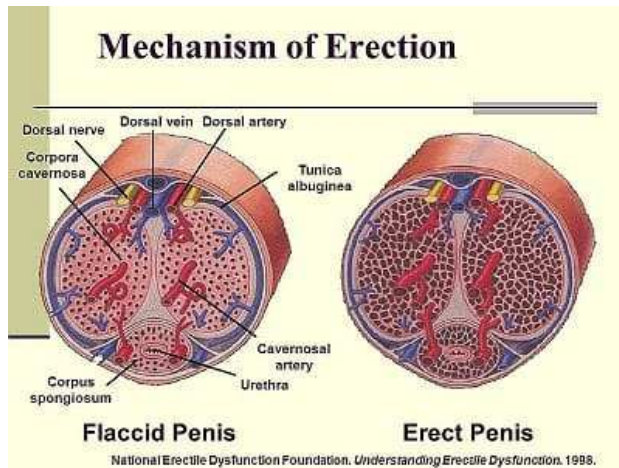


Glándulas bulbouretrales o glándulas de Cowper

Las glándulas bulbouretrales se encuentran a cada lado de la uretra. Estas glándulas producen una secreción clara, viscosa y mucoide que precede a la eyaculación y cuya principal función es lubricar el glándulo durante la actividad sexual.

El pene

El pene es un órgano masculino utilizado en la copulación, que se compone de tres masas cilíndricas de tejido eréctil o cavernoso. Los dos cuerpos cavernosos y el



cuerpo esponjoso conforman la estructura del pene.

La uretra se extiende a lo largo del cuerpo esponjoso, y el glande, la parte final del cuerpo esponjoso, es más ancho y está recubierto por una piel fina y delicada, que está densamente innervada. En estado de reposo, el glande está protegido por el prepucio, un repliegue de piel retráctil que se retira durante la erección.

El tejido eréctil de los cuerpos cavernosos consiste en un sistema esponjoso de espacios vasculares irregulares que reciben sangre mediante arterias aferentes y la eliminan mediante venas eferentes.

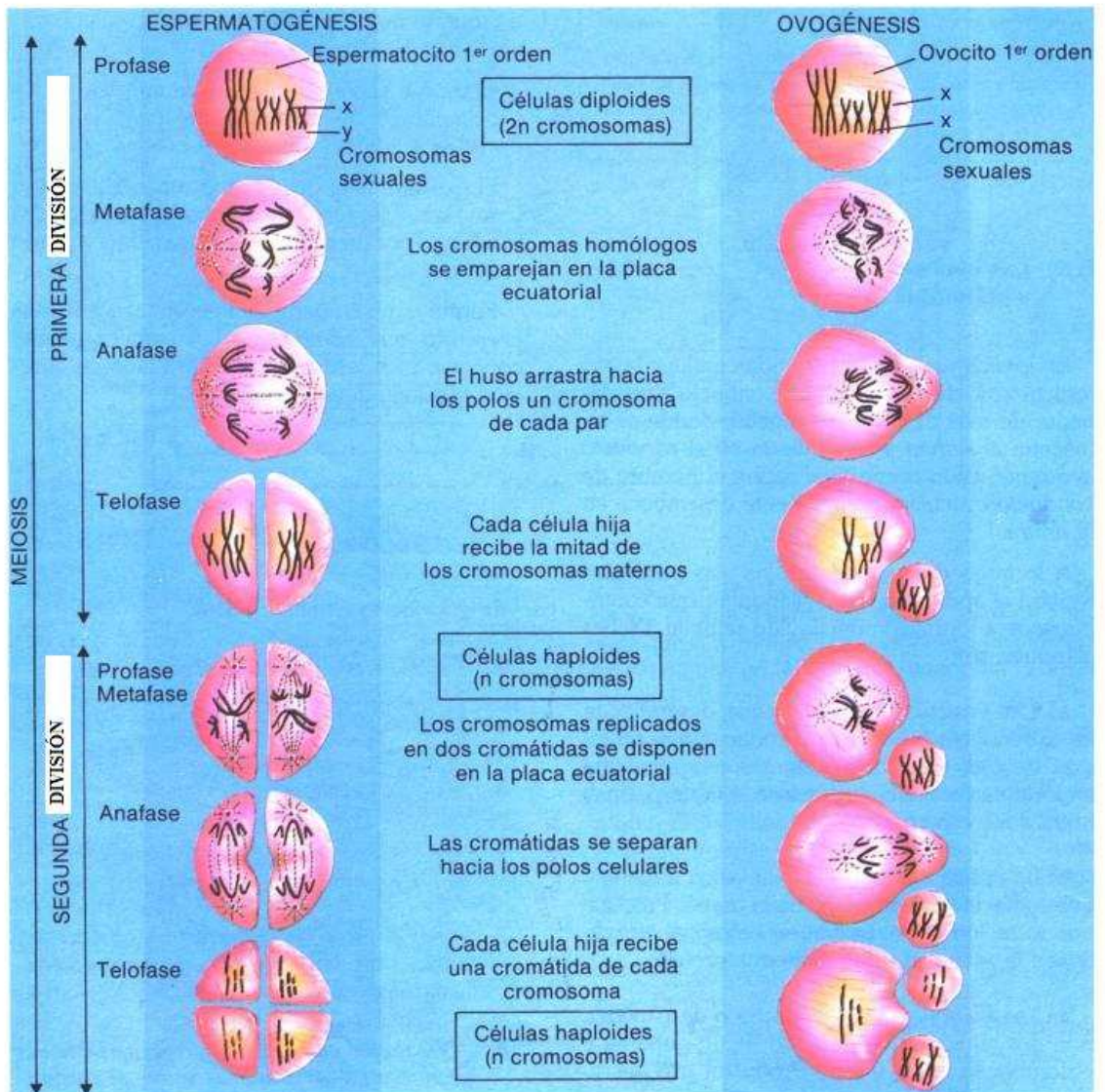
Cuando el pene está en reposo, estos vasos están colapsados, pero antes y durante la copulación, las arterias inyectan sangre a presión en los cuerpos cavernosos, produciendo la erección del pene.

2. LAS CÉLULAS REPRODUCTORAS

Las células reproductoras o *gametos* son el vehículo de transmisión de la información genética desde los progenitores a los descendientes. Mediante la fusión del espermatozoide y el óvulo se forma la primera célula del nuevo individuo, cuyo núcleo posee una dotación cromosómica en la que la mitad de cromosomas son de origen paterno y los aporta el espermatozoide y la otra mitad son de origen materno y los aporta el óvulo.

Para que no varíe el número de cromosomas de la especie, es necesario que los gametos aporten únicamente la mitad del número total de cromosomas.

Ello se consigue en el proceso de formación de gametos (**gametogénesis**) gracias a un mecanismo especial de división celular, que recibe el nombre de *meiosis*.



Desarrollo de la meiosis.

A) LA MEIOSIS EN LA GAMETOGÉNESIS

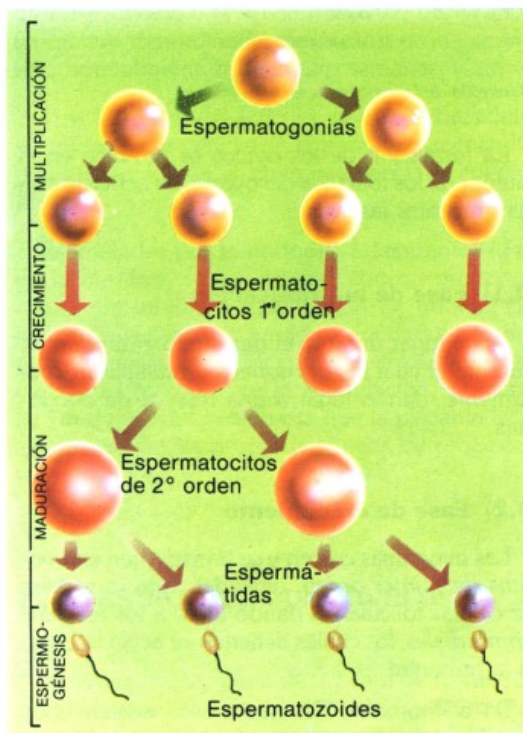
La meiosis consiste en dos *mitosis* consecutivas, mediante las cuales, a partir de una célula *diploide* ($2n$), se obtienen cuatro células *haploides* (n), con la mitad de cromosomas que las anteriores.

Este proceso tiene lugar en las gónadas, tanto en los testículos como en los ovarios, a partir de unas células germinativas diploides, denominadas *espermatoцитos* y *ovocitos de primer orden*, respectivamente.

B) LA ESPERMATOGÉNESIS

La formación de los espermatozoides se realiza a partir de unas células de la pared de los tubos seminíferos.

El proceso que tiene lugar es el siguiente:



Fases de la espermatogénesis y duración de las mismas.

B.1) Fase de multiplicación

En esta fase, ciertas células diploides de la periferia del tubo seminífero, las *espermatozonias*, sufren una serie de mitosis sucesivas, lo que da lugar a nuevas espermatozonias, manteniéndose así el número de éstas.

B.2) Fase de crecimiento

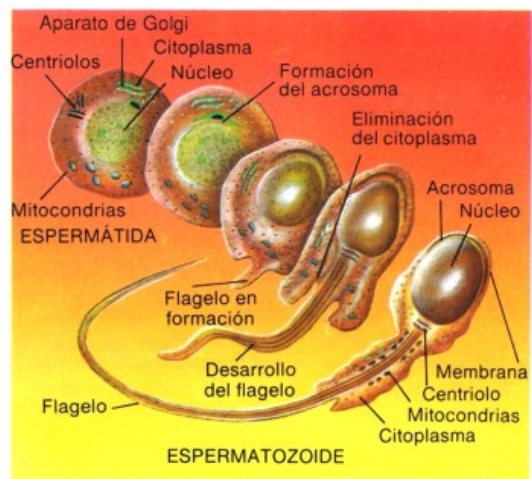
Algunas espermatozonias aumentan ligeramente de tamaño y se transforman en los *espermatoцитos de primer orden*, todavía diploides.

B.3) Fase meiótica o de maduración

Los espermatoцитos de primer orden entran ahora en meiosis. Tras la primera mitosis (*mitosis reduccional*) se obtienen dos células haploides por cada espermatoцитo de primer orden. Son los espermatoцитos de segundo orden, que, a su vez, vuelven a dividirse en una segunda mitosis (*mitosis ecuacional*), dando lugar a cuatro células haploides: las *espermátidas*.

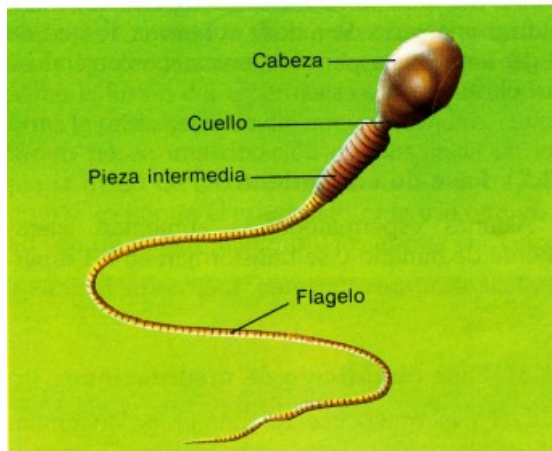
B.4) Fase de diferenciación o espermiogénesis

Cada espermátida sufre un proceso de transformación, denominado *diferenciación celular*, a lo largo del cual se transforman en células alargadas, provistas de un flagelo: los *espermatozoides*.



Proceso de espermiogénesis.

C) ESTRUCTURA DEL ESPERMATOZOIDE



Espermatozoide humano y su estructura.

Al observar un espermatozoide en el microscopio electrónico se aprecian las siguientes regiones:

a) La **cabeza**, ocupada en su mayor parte por el núcleo. En su extremo anterior posee una prominencia, denominada *acrosoma*, que deriva del aparato de *Golgi* y que contiene los enzimas que ayudan a penetrar las membranas del óvulo.

b) El **cuello**, un estrechamiento que sigue a continuación de la cabeza. Contiene los centriolos, de los que deriva el filamento axial que forma el flagelo.

c) La **pieza intermedia**, con numerosas mitocondrias, distribuidas helicoidalmente alrededor del filamento axial.

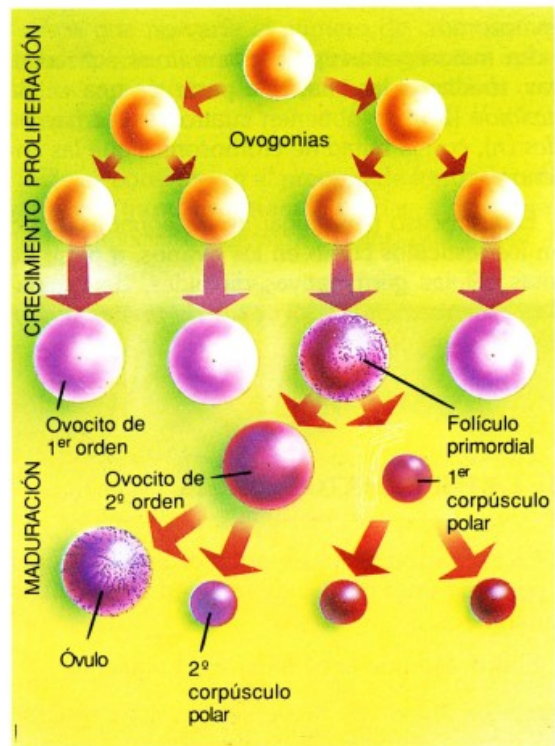
d) La **cola o flagelo** que contiene solamente el filamento axial, rodeado en su parte inicial por una pequeña porción de citoplasma.

DOCUMENTACIÓN

El climaterio masculino

Es la pérdida de capacidad reproductora masculina. A diferencia de lo que ocurre en la mujer, se produce a edad muy avanzada y se debe a la involución senil de los testículos. La producción de testosterona disminuye, al igual que el contenido de fructosa en el semen y la movilidad de los espermatozoides.

D) LA OVOGÉNESIS



Desarrollo de la ovogénesis en el ovario.

La formación de los óvulos se produce en el interior de los folículos del ovario, de acuerdo con las siguientes fases:

D.1) Fase de multiplicación

Tiene lugar durante el desarrollo embrionario, durante el cual las *ovogonias* se multiplican activamente, dando lugar a una reserva de ovogonias.

D.2) Fase de crecimiento

Las ovogonias crecen y se transforman en *ovocitos de primer orden*, diploides, que se rodean de células foliculares, dando lugar a los *folículos primordiales*, los cuales detienen su actividad hasta la pubertad.

En el momento del nacimiento existen unos 700 000 folículos, aunque su número irá descendiendo con la edad.

D.3) Fase meiótica o de maduración

Con la llegada de la pubertad, y periódicamente, los ovocitos entran en la fase meiótica.

Es entonces cuando los folículos aumentan de tamaño, denominándose arbitrariamente primarios, secundarios o terciarios, hasta que alcanzan su madurez. Entonces pasan a denominarse *folículos de Graaf*. En la hipófisis se obtiene la hormona folículo-estimulante (*FSH*), que actúa sobre las células de la cavidad folicular, produciendo estrógenos, lo que a su vez activa las células de la mucosa uterina.

En el interior de la cavidad folicular tiene lugar la división meiótica del ovocito. Tras la primera mitosis se obtiene un *ovocito de segundo orden*, haploide, que recibe la mayor parte del citoplasma y un *corpúsculo polar*, que degenera.

El ovocito de segundo orden se transforma en óvulo, tras liberar en otra división un segundo corpúsculo polar.

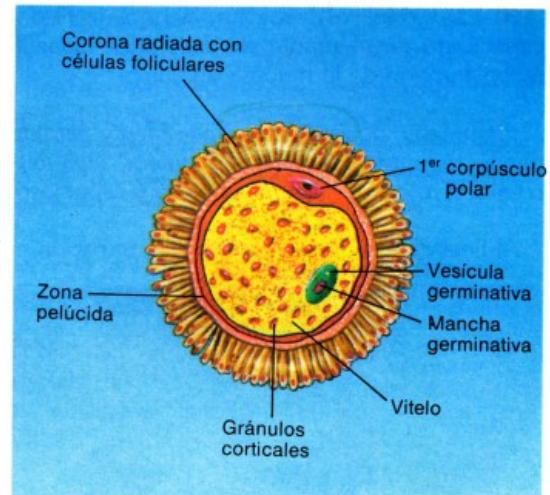
Durante la segunda división tiene lugar la rotura del folículo y la salida del óvulo del ovario, fenómeno denominado **ovulación** y que acontece normalmente cada cuatro semanas.

Tras la rotura del folículo, la cavidad residual se colapsa. Las células de la pared almacenan lípidos y se forma el *cuerpo amarillo* o *cuerpo lúteo*.

Estimuladas por la hormona luteinizante (*LH*) de la hipófisis, dichas células fabrican progesterona, que inhibe la maduración de nuevos folículos. Si el óvulo no ha sido fecundado, el cuerpo lúteo desaparece por completo a los diez días, pero si ha tenido lugar la fecundación, su involución queda detenida hasta que la placenta está en disposición de asumir la síntesis de progesterona.

E) LA ESTRUCTURA DEL ÓVULO

El óvulo es una célula de 0,1 mm de diámetro, aproximadamente. En su citoplasma se acumulan sustancias nutritivas de reserva, que dan lugar al *vitelo*.



Esquema del óvulo.

Los *gránulos corticales* son vesículas derivadas del aparato de Golgi, que se localizan en la periferia del citoplasma, bajo la membrana plasmática. Dicha membrana está rodeada por una *zona pelúcida*, una membrana elástica y transparente, que a su vez se halla envuelta por una corona de *células foliculares*, reunidas por una sustancia viscosa.

El núcleo, excéntrico, se localiza en un polo celular formando la *vesícula germinativa*. Los nucleolos que posee reciben el nombre de *mancha germinativa*.

F) EL CICLO MENSTRUAL

En la mujer, desde la pubertad, el endometrio de la pared uterina sufre alteraciones periódicas, paralelamente al ciclo ovárico. Estas alteraciones son inducidas por las hormonas ováricas y se desarrollan en ciclos, de 28 días por término medio, que se subdividen en tres fases:

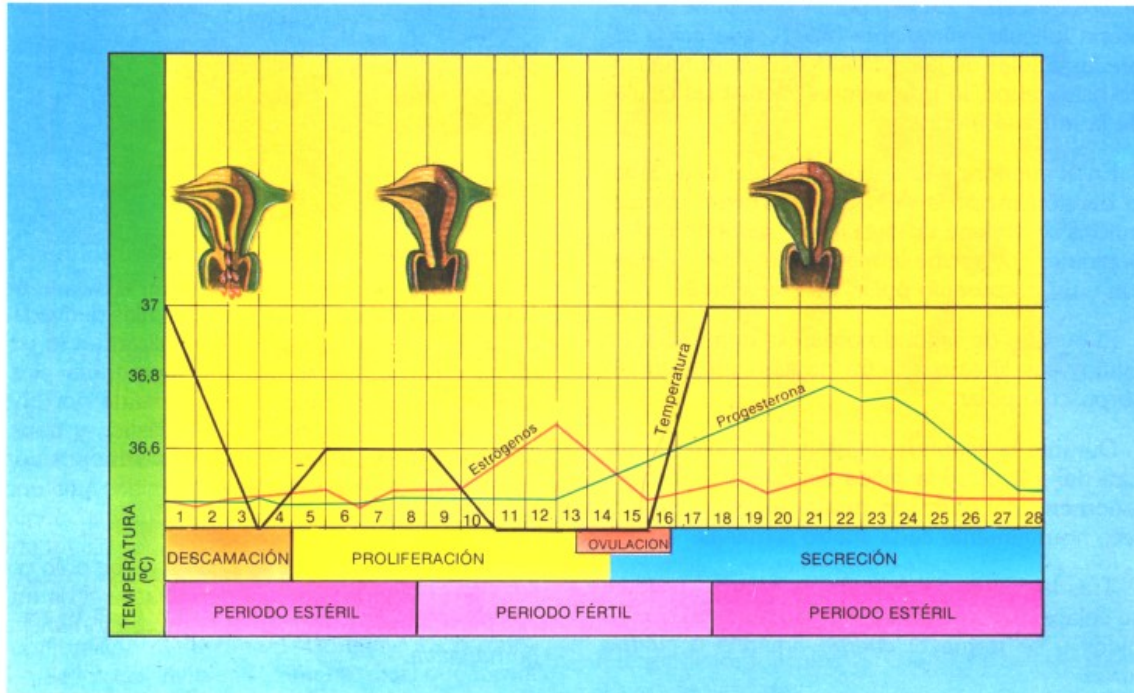
a) Fase de descamación, del primer al cuarto día. La involución del cuerpo lúteo del ciclo anterior provoca la regresión del endometrio y la mucosa se destruye y desescama. La rotura de los vasos sanguíneos provoca hemorragias, dirigidas hacia la cavidad uterina; la expulsión de la sangre junto a los restos de la mucosa constituye la *menstruación* o *regla*.

b) Fase de proliferación, del quinto al decimocuarto día. Durante esa fase tiene lugar la reconstrucción de la mucosa uterina.

El aumento de **estrógenos** en la sangre permite que se renueven los vasos sanguíneos de la mucosa y el tejido se hace más grueso y esponjoso.

Al final de esta fase tiene lugar la ovulación.

c) Fase de secreción, del decimoquinto al vigesimotavo día. En esta fase, bajo influencia de la progesterona, el epitelio de la mucosa se transforma en epitelio secretor de un mucus viscoso y espeso, alcanzando su máximo desarrollo, de 6 a 8 mm de espesor. Si no ha tenido lugar la fecundación del óvulo, la involución del cuerpo lúteo provoca, al final de esta fase, una nueva menstruación.



Fases y duración del ciclo menstrual

DOCUMENTACIÓN

El climaterio femenino

La pérdida de la capacidad reproductora en la mujer tiene lugar alrededor de los 49 años, debido a la *atresia folicular* (degeneración de los folículos primordiales), que prosigue hasta su total desaparición.

En principio, se produce una disminución en la frecuencia e intensidad de la menstruación, que llega a desaparecer en un momento que se denomina *menopausia*.

La menopausia puede ir acompañada de alteraciones psicosomáticas, debilidad, depresión, etc.

Cuestiones

- ¿Cuál es la función de los gametos?
- ¿Por qué es necesaria la reducción meiótica en la gametogénesis?
- Indica las diferencias fundamentales que existen entre la espermatogénesis y la ovogénesis.
- Razona las diferencias estructurales que existen entre el espermatozoide y el óvulo.
- Explica la influencia que tienen las hormonas ováricas en el ciclo menstrual.

3. LA FECUNDACIÓN

La fecundación es la unión de los gametos masculino y femenino. En la especie humana, la fecundación es interna y tiene lugar en las vías genitales femeninas. Es necesario depositar los espermatozoides en el interior de estas vías, mediante la unión sexual o cópula.

Para que la fecundación sea posible es necesario que el momento de esa unión y el de la ovulación estén próximos, debido al limitado tiempo de supervivencia de los gametos en las vías genitales femeninas.

A) LA MIGRACIÓN DE LOS GAMETOS EN LAS VÍAS GENITALES FEMENINAS

A.1) La migración del óvulo

Aproximadamente cada 28 días, un óvulo (raramente más de uno) es expulsado del ovario hacia la cavidad abdominal siendo recogido por el infundíbulo de la trompa de Falopio.

El óvulo es una célula inmóvil y es transportado por el interior de la trompa merced a los movimientos peristálticos de sus paredes y a la acción de los cilios de las células que las tapizan.

A nivel de la *ampolla* (un ensanchamiento de la trompa cercano al infundíbulo) el óvulo queda retenido cierto tiempo, a la espera de los espermatozoides.

A.2) La migración de los espermatozoides

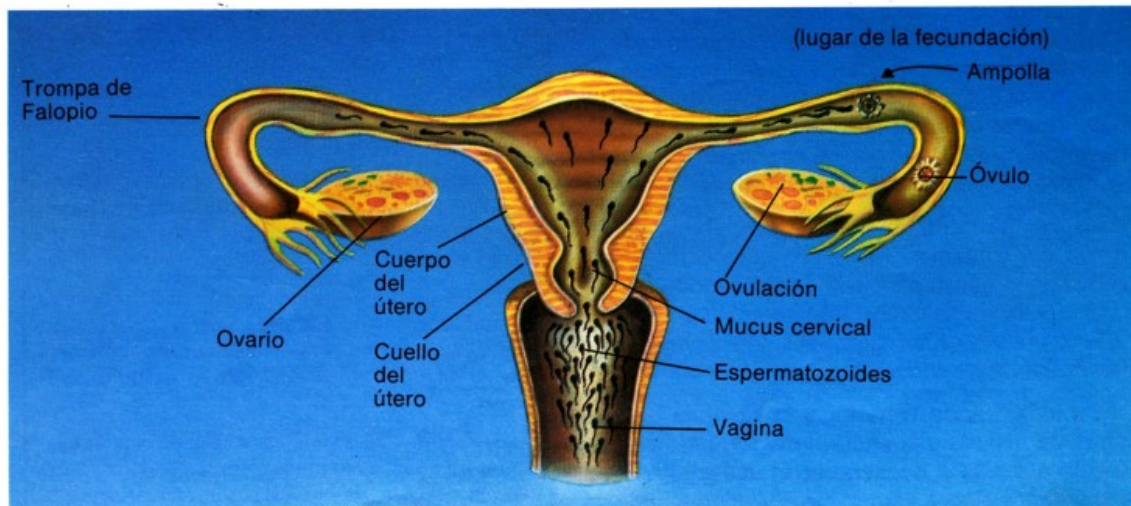
Los espermatozoides son depositados en el fondo de la vagina tras la eyaculación. Allí se encuentran con el mucus secretado por la mucosa del cuello uterino, de carácter ácido y, por tanto, hostil.

Como ya hemos indicado, la secreción de este mucus está regulada hormonalmente y generalmente impide la entrada de espermatozoides en el útero. Sin embargo, en el momento de la ovulación se hace permeable, ejerciendo, por tanto, una función de filtrado y selección de los espermatozoides.

Solamente un 1% de los cerca de 300 millones de espermatozoides que se eyaculan por término medio, accede a la cavidad uterina y muchos de ellos mueren aquí.

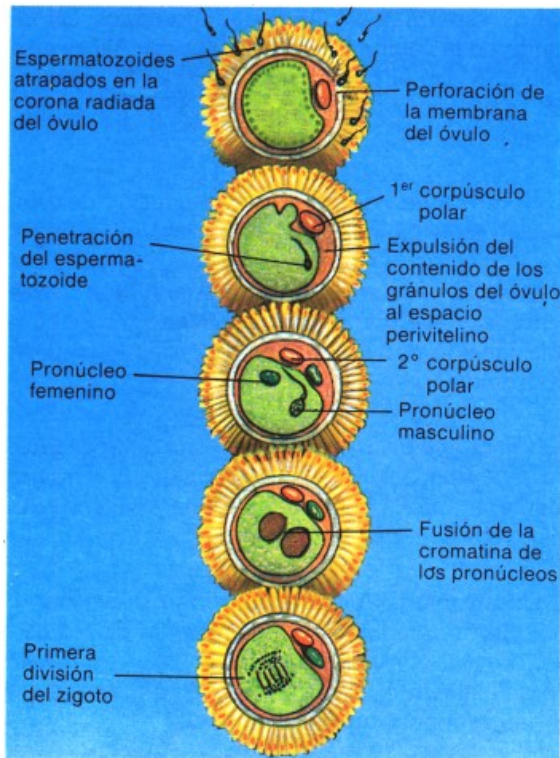
Unas centenas alcanzan la trompa y ascienden por ella, ayudados por el movimiento de sus flagelos y por el movimiento de los cilios de la pared. Finalmente, alcanzan la ampolla, donde se produce el encuentro con el óvulo.

La velocidad media es de 3 mm/min. Por tanto, el recorrido tiene una duración entre 30 y 40 minutos. No obstante, los espermatozoides pueden ser retenidos en las vías genitales femeninas, siendo todavía aptos para la fecundación, de uno a dos días después de producida la eyaculación.



Migración del óvulo y de los espermatozoides en las vías genitales femeninas

B) LA UNIÓN DEL ÓVULO Y ESPERMATOZOIDE



Mecanismo de fecundación del óvulo por el espermatozoide.

En la ampolla, los espermatozoides quedan atrapados en la masa viscosa de la corona radiada del óvulo, cuyas células foliculares sufren una retracción.

Debido al empuje de su flagelo y a la acción de las enzimas del *acrosoma*, un espermatozoide atraviesa la corona radiada y perfora la zona pelúcida, hasta llegar a la membrana plasmática del óvulo. Ambos gametos fusionan ahora sus membranas de modo que todo el contenido del espermatozoide penetra en el óvulo.

Una vez ha ocurrido esto, se produce la expulsión del contenido de los gránulos corticales del óvulo al espacio perivitelino, de tal modo que la zona pelúcida se vuelve impermeable a la entrada de nuevos espermatozoides, formándose la *membrana de fecundación*.

Es ahora cuando tiene lugar la segunda división de la meiosis y la emisión del segundo corpúsculo polar de la ovogénesis. El núcleo ovular se rehidrata e hincha, dando lugar al denominado *pronúcleo femenino*.

De igual modo, el núcleo del espermatozoide se hincha considerablemente, aumentando hasta 500 veces su volumen y transformándose en el *pronúcleo masculino*.

Los dos pronúcleos se acercan, reabsorben su membrana y unen su cromatina, en un proceso que se denomina **cariogamia** (fusión de los núcleos), lo que da lugar a la formación de la *célula huevo* o *zigoto*.

Pronto se condensan los cromosomas, los 23 paternos y los 23 maternos, ya replicados en cromátidas. Se disponen entonces en parejas sobre el huso acromático y tiene lugar la primera división del cigoto, que da lugar a la formación de dos células hijas, con 46 cromosomas cada una. El futuro embrión inicia el viaje hacia el útero para instalarse en la pared del endometrio y completar allí su desarrollo embrionario.

DOCUMENTACIÓN

Las enfermedades venéreas o de transmisión sexual

Son enfermedades infecto-contagiosas transmitidas por contacto sexual, aunque no de modo exclusivo.

La *sífilis*, producida por una bacteria (*Treponema Pallidum*), da lugar a una infección general por todo el organismo, cualquiera que sea su punto de entrada. En la puerta de entrada produce una ulceración dura e indolora llamada *chancro*, y a partir de ahí y tras diferentes fases, la infección se extiende por todo el cuerpo.

La *gonococia* o *gonorrea* es producida por un gonococo (*Neisseria gonorrhoeae*). Afecta fundamentalmente a las vías genito-uritarias del hombre y de la mujer y a partir de ahí y por vía sanguínea, se extiende a las articulaciones, válvulas del corazón y capas de los ojos, especialmente a la conjuntiva que es extremadamente sensible al gonococo.

El *chancro blando*, producido por un bacilo (*Haemophilus ducreyi*), afecta casi exclusivamente a los órganos genitales. Produce un chancro superficial, indoloro y no duro.

El *SIDA* (síndrome de inmunodeficiencia adquirida) es producido por un virus. Da lugar a una infección general que, tras un periodo de incubación, afecta al sistema inmunitario, suprimiendo las defensas orgánicas.

Las enfermedades venéreas suelen responder muy bien a un tratamiento médico con antibióticos, a excepción del Sida, ya que éstos son ineficaces contra los virus.

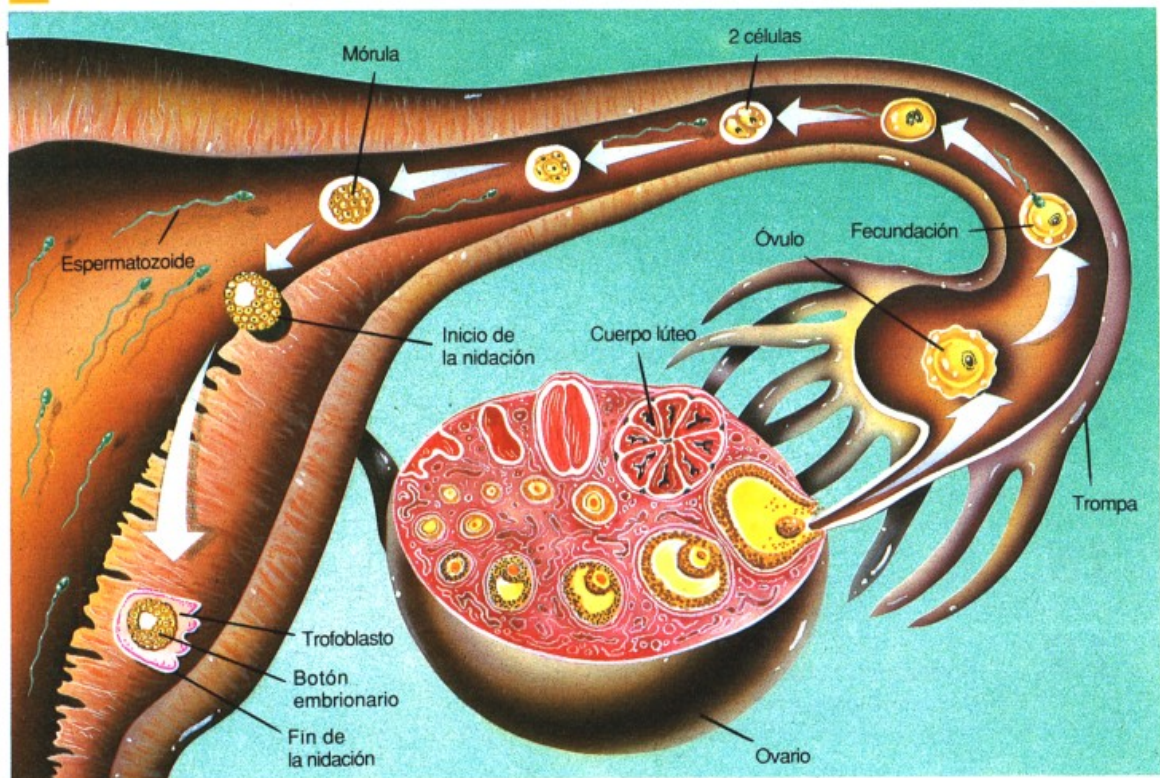
18

GESTACIÓN Y DESARROLLO

Tras la fecundación, la célula huevo empieza a dividirse, se implanta en el útero y se va desarrollando progresivamente, alimentada por el organismo materno a través de la placenta.

El nacimiento o parto pone fin a la gestación del nuevo individuo, lo que no significa que haya acabado su dependencia pues, incapaz de asimilar otro alimento que la leche, empieza ahora un nuevo periodo para completar su desarrollo, la lactancia.

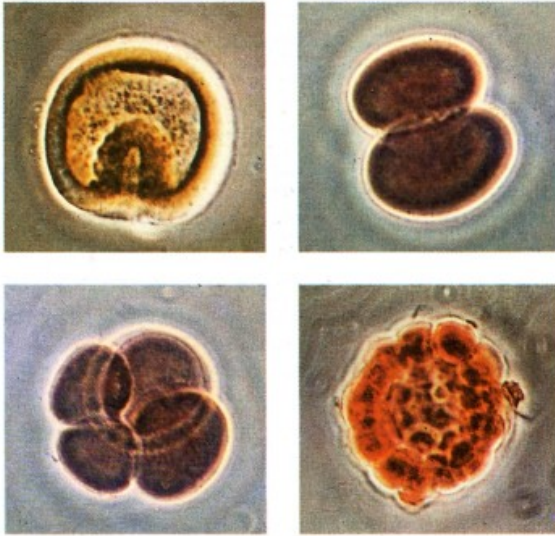
1. LA NIDACIÓN



Migración e implantación del óvulo.

Inmediatamente después de la fecundación, la célula huevo comienza a dividirse por mitosis, dando lugar a dos células, luego a cuatro y así sucesivamente, hasta que origina un embrión, llamado **mórula**.

Mientras tiene lugar esta **segmentación**, el embrión es transportado a través de la trompa hacia el útero, gracias al lento movimiento que originan los cilios de la pared y a las contracciones de la trompa.



Estadios de segmentación.

Ya en el útero, el embrión inicia un breve periodo de vida libre, durante el cual se produce su diferenciación. Algunas células se aplanan y se disponen formando una pared externa denominada *trofoblasto*. En su interior, hueco y relleno de un líquido, se agrupa una masa de células más voluminosas, el *botón embrionario*. En este estado el embrión se denomina **blástula**. La zona pelúcida ha desaparecido y el embrión, pobre en reservas, se nutre a expensas de las secreciones de la mucosa uterina.

El embrión penetra ahora en la mucosa uterina, merced a la acción de unas enzimas proteolíticas producidas por las células del trofoblasto; es el fenómeno de la **nidación**. La brecha de entrada se cierra y la mucosa uterina que rodea al embrión se transforma, por acumulación de lípidos y glucógeno, recibiendo el nombre de *decidua*. A partir de este instante se inicia la gestación propiamente dicha.

Cuestiones

1. Define el concepto de segmentación.
2. Describe el estado embrionario de mórula y blástula. ¿Qué diferencias existen entre ellos?
3. Explica el proceso de nidación.

2. LA GESTACIÓN

El *estado de gestación* o *embarazo*, que comienza tras la fecundación y termina con el *parto*, es la fase en la que tiene lugar el desarrollo del embrión, que pasa a denominarse *feto*. En la especie humana tiene una duración de nueve meses y se realiza en el útero materno.

Para asegurar la nutrición del embrión se desarrolla, a expensas del trofoblasto y del endometrio, un órgano de vital importancia: la *placenta*.

A) LA PLACENTACIÓN

Completada la nidación, el trofoblasto amplía su superficie, lo que permite un incremento en el intercambio de sustancias con el exterior. Para ello, emite "raíces" hacia la mucosa del endometrio y excava en ella cavidades, que son rellenas por la sangre materna, y en su pared se forman ahora unas prolongaciones arborescentes, las *vellosidades*, por las que circula la sangre materna. El trofoblasto se convierte en el *corión*.

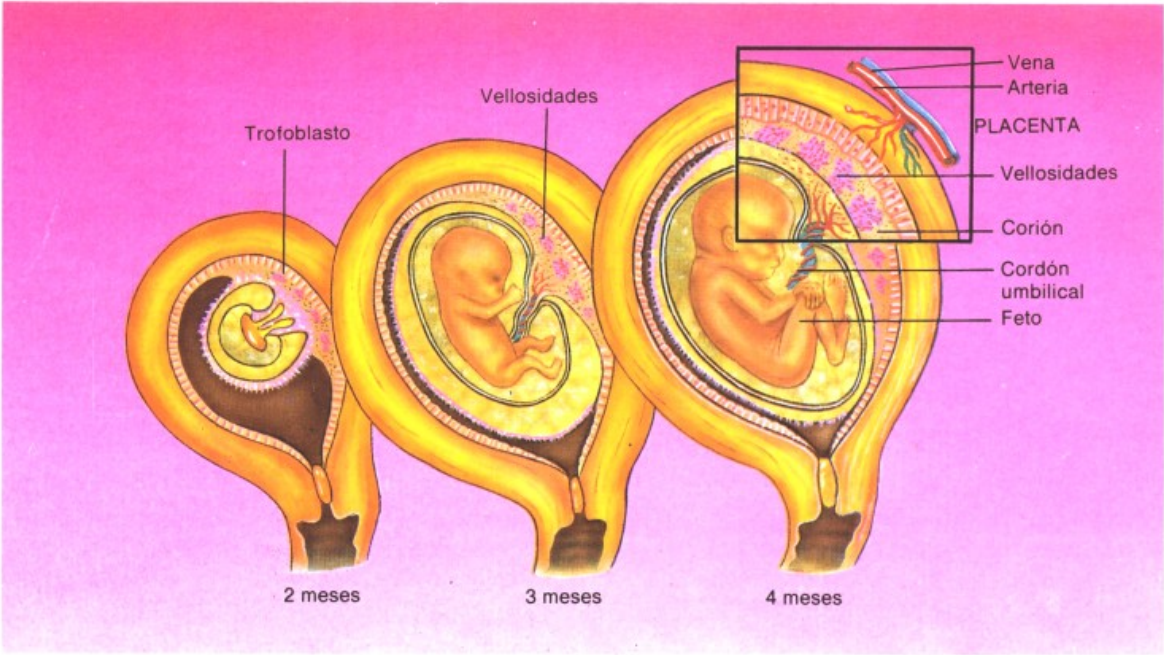
Las vellosidades se rellenan de tejido conjuntivo y de vasos sanguíneos, que se reúnen para formar las dos arterias y la vena del *cordón umbilical*.

La placenta, a partir del tercer mes, es un disco de 20 cm de diámetro, 2 o 3 cm de espesor y 450 g de masa. Está constituida por la decidua y el corión con sus vellosidades.

Además de fijar el embrión, tiene como misión facilitar el intercambio de sustancias entre la sangre materna y fetal. El oxígeno, las sustancias nutritivas, las medicinas y algunos anticuerpos, pasan al feto, mientras que el dióxido de carbono y los productos de excreción son cedidos a la sangre materna.

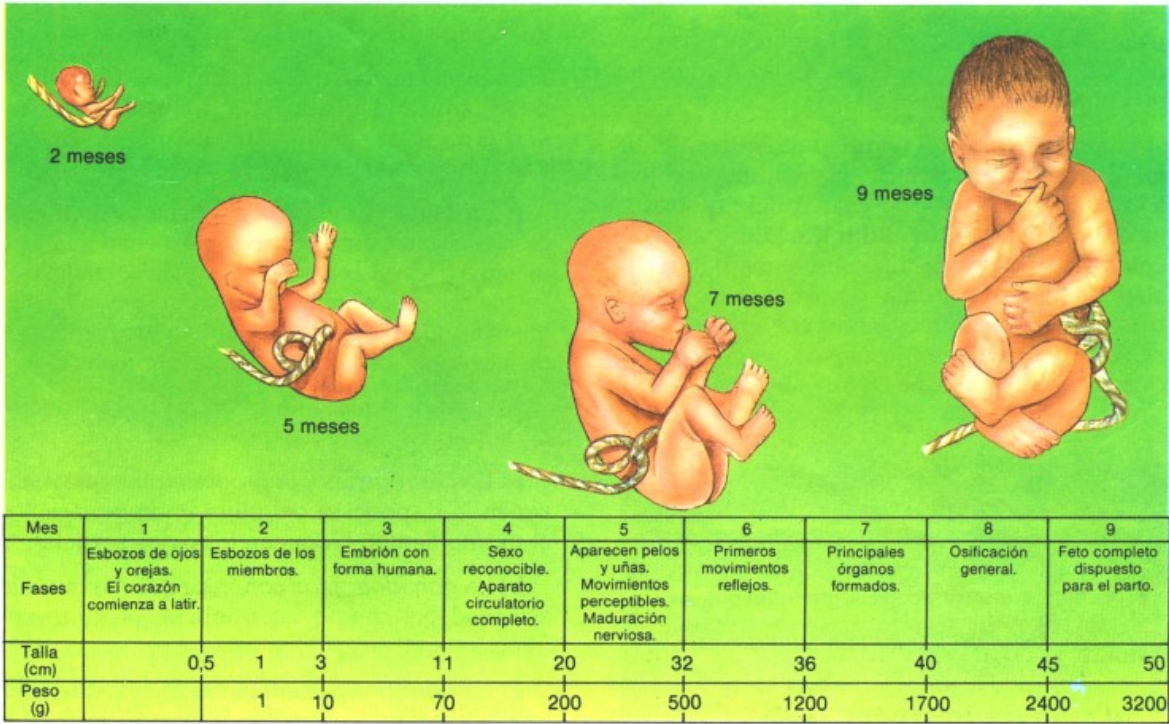
Asimismo, la placenta es un órgano productor de hormonas, entre las que cabe señalar:

- a) Los *estrógenos* y la *progesterona*, que mantienen la disposición del útero en la gestación y al mismo tiempo bloquean los ciclos sexuales.
- b) La *gonadotropina coriónica* que mantiene la actividad del cuerpo lúteo inhibiendo la menstruación.
- c) La *hormona placentaria lactógena* que, junto a la *lactotropa*, estimulan la maduración de las glándulas mamarias.



Formación y estructura de la placenta.

B) EL DESARROLLO DEL EMBRIÓN



Desarrollo del embrión y del feto.

En los primeros días del desarrollo se forma, a partir del botón embrionario, un pequeño disco de un mm de diámetro, el *disco embrionario*. En él pronto se diferencian las tres capas, *ectodermo*, *mesodermo* y *endodermo*, que darán lugar a los distintos tejidos del embrión.

En la parte anterior del disco se diferenciará la cabeza y en la posterior se formará un apéndice caudal, mientras, en la región ventral, el corazón comenzará a latir.

A finales del segundo mes, el embrión, de 3 cm de longitud, comienza a adquirir forma humana, denominándosele *feto*.

El sexo puede reconocerse a partir del tercer mes. Al cuarto mes el aparato circulatorio está completamente formado. Algunos de los órganos más importantes comienzan a funcionar y el esqueleto empieza a organizarse.

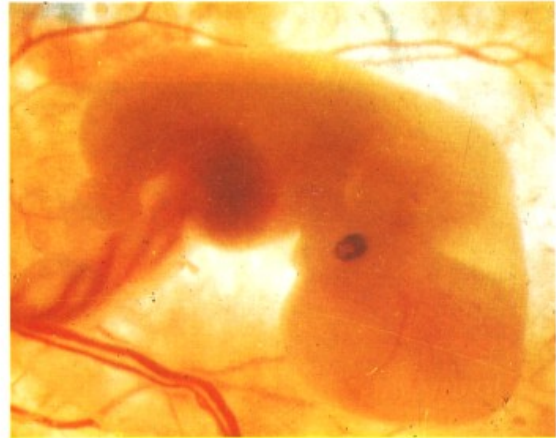
Durante el quinto mes comienza a madurar el sistema nervioso, siendo patentes los movimientos fetales; en el sexto mes aparecen los primeros reflejos.

En el séptimo mes ya se han desarrollado los órganos indispensables para que la vida del feto sea viable fuera del claustro materno.

Durante el octavo y el noveno mes se completa el desarrollo del feto. El parto está a punto de producirse.



Embrión de seis semanas.



Fetos de diez y dieciocho semanas.

DOCUMENTACIÓN

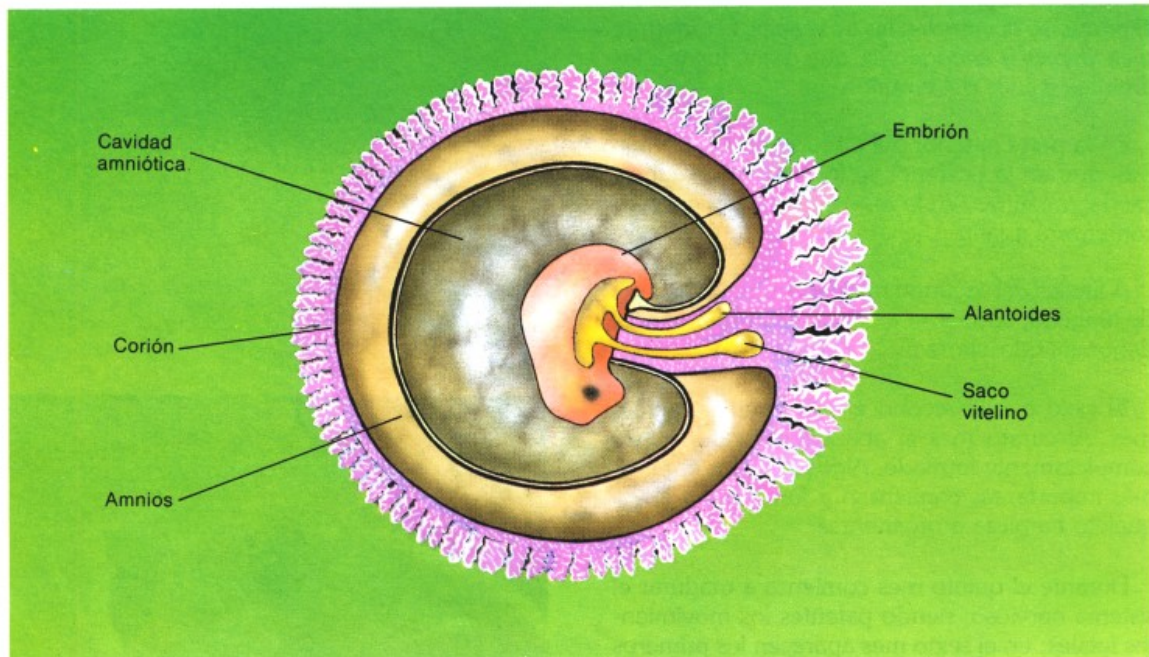
La rubéola

La rubéola es una enfermedad infecciosa de carácter benigno, producida por un virus. Se caracteriza por la aparición de erupciones en la piel, con *prurito* (escozor). Aunque puede afectar a todas las personas y en cualquier edad, es mucho más frecuente en los niños. Tras padecerla se adquiere inmunidad.

Sin embargo, la rubéola es un serio peligro para el feto, sobre todo en los dos primeros meses de embarazo. Si una mujer embarazada la contrae, el virus puede acceder al feto a través de la placenta y causarle graves lesiones en ojos, oídos y corazón.

La vacunación de las mujeres en edad de procrear que no estén inmunizadas, es el mejor método para prevenir estas malformaciones en los recién nacidos.

C) LAS ENVUELTAS EMBRIONARIAS



Disposición de las envolturas embrionarias.

Además del corión que, como sabes, forma parte de la placenta, existen otras membranas que rodean al embrión: el *amnios* y el *alantoides*.

El amnios se forma a partir del botón embrionario. Es una fina membrana que rodea completamente al embrión y cuyo interior está relleno por el líquido amniótico.

De ese modo, el embrión se encuentra inmerso en un medio acuoso, que le protege contra choques y agresiones. La rotura de la bolsa amniótica

y la salida de su contenido ("rotura de aguas") anuncia un parto inminente.

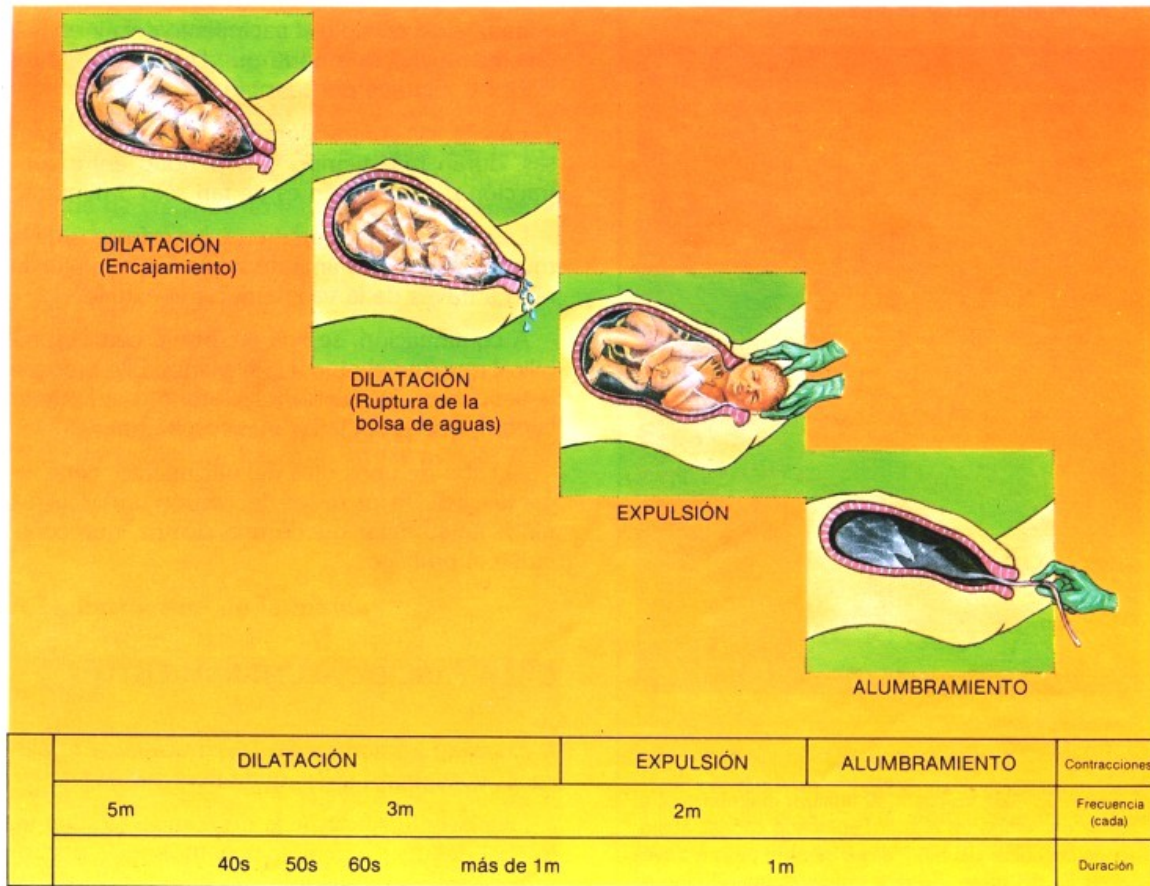
A partir del endodermo de la región ventral del embrión se desarrolla una bolsa, el *saco vitelino*, que pronto se retrae. De él, por evaginación, se forma la *vesícula alantoidea*, que en principio, tiene como misión almacenar los productos de excreción del embrión, aunque pronto la pared del alantoides se suelda al corión, interviniendo en el proceso de intercambio de sustancias a través de la placenta.

Cuestiones

4. Explica el proceso de formación de la placenta.
5. Indica cuáles son las funciones que desempeña la placenta.
6. ¿Por qué se detienen las menstruaciones durante el embarazo?

7. ¿Qué es y qué constituye el cordón umbilical?
8. ¿A partir de qué mes es viable la vida del feto fuera del útero? ¿Por qué?
9. ¿A qué se denomina vulgarmente la "bolsa de aguas"? ¿Qué función desempeña?
10. ¿Qué es el alantoides?

3. EL PARTO



Desarrollo del parto.

A finales del noveno mes se produce el descenso del feto, desde su posición a nivel del abdomen materno, a la cavidad pélvica. Este descenso se ve posibilitado por el ensanchamiento de la pelvis de la madre y el acoplamiento del cráneo del niño, cuyos huesos todavía no están completamente soldados.

El parto ha comenzado, y en él se pueden distinguir tres fases: *dilatación*, *expulsión* y *alumbraimiento*.

A) LA FASE DE DILATACIÓN

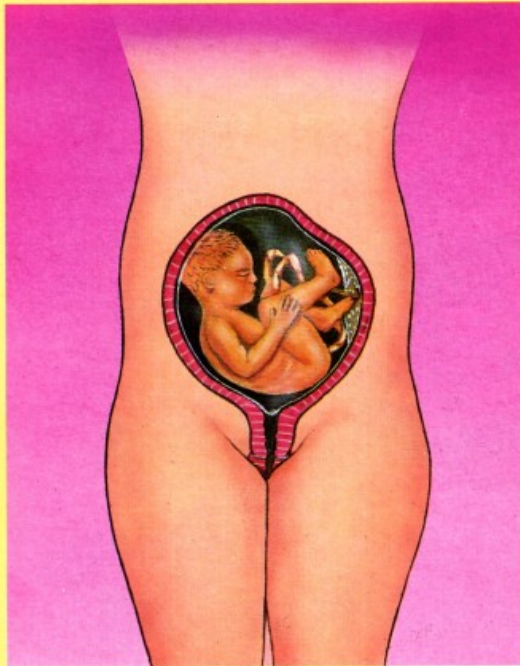
Es la fase de mayor duración, de 8 a 12 horas en un parto primerizo y de 6 a 8 en los partos siguientes.

El niño se encaja en la cavidad pélvica, presionando los órganos de la pelvis (entre otras cosas, la madre percibe ese encajamiento por la necesidad frecuente de orinar).

Inmediatamente comienzan las contracciones del útero. La madre siente un pequeño calambre en la región lumbar y 15 o 30 minutos después se repite, aumentando en frecuencia e intensidad.

Las contracciones empujan al niño hacia el exterior, produciendo la *dilatación* del cuello del útero.

Serán precisas varias horas para que este orificio, de 3 o 4 mm de diámetro alcance los 11 cm necesarios para permitir la salida de la cabeza.

DOCUMENTACIÓN**El encajamiento y la cesárea***Presentación del feto.*

En un 96% de los casos, al finalizar el embarazo, el feto se encuentra en el útero colocado cabeza abajo, siendo la cabeza del niño la que se abre paso a través del cuello del útero. Se dice entonces que el niño se presenta de vértice o de cráneo.

En un 3% de los casos, dicha presentación se produce de pelvis. La cabeza se encuentra en el fondo del útero y es el extremo pélvico el primero que asoma.

En un 1% de los casos, se produce una presentación transversal. En esos casos el parto es extremadamente complejo y, en ocasiones, hay que recurrir a la *cesárea*.

La cesárea es una intervención quirúrgica, en la que se realiza una incisión en la piel de la región ventral, para acceder al útero. Tras esto, se le practica una apertura en su pared, para extraer al niño. Una vez extraída la placenta y limpiado el útero, se procede a la sutura de los tejidos.

El índice de mortalidad en la operación, tanto para la madre como para el hijo, es muy baja y precisamente se realiza para prevenir riesgos en la vida de uno u otro.

B) LA FASE DE EXPULSIÓN

Es el periodo comprendido entre la dilatación completa del cuello y el nacimiento del niño. Esta fase es mucho más corta que la anterior y dura unos 30 minutos por término medio.

En ella, las contracciones se hacen muy intensas, duran más tiempo y el periodo entre contracción y contracción es de tan sólo 3 minutos.

Las contracciones uterinas y los esfuerzos de la musculatura abdominal de la madre, empujan al niño a través de la vagina hacia el exterior.

A continuación, se liga y corta el cordón umbilical que une el niño a la placenta. Ello provoca la activación del centro respiratorio y el "primer llanto", que despeja las vías respiratorias.

Al cabo de unos días del nacimiento, tiene lugar la caída de los restos del cordón umbilical del niño; en su lugar queda una cicatriz, que constituye el *ombligo*.

C) LA FASE DE ALUMBRAMIENTO

En esta fase tiene lugar la expulsión de la placenta y las membranas que envolvían al feto.

La placenta se despegue de la mucosa uterina, lo cual da lugar a pequeñas hemorragias por rotura de los vasos sanguíneos. A su vez, el retraimiento del útero produce el cierre de esos vasos.

Transcurridos de 20 a 30 minutos desde que se produjo la expulsión del feto, se reemprenden las contracciones uterinas, que habían cesado con el nacimiento, lo que ayuda al desprendimiento de la placenta y a su expulsión junto a las demás envueltas embrionarias. El parto ha concluido.

Cuestiones

- 11.** ¿Qué pared del útero es responsable de las contracciones del mismo?
- 12.** ¿Qué se entiende por dilatación?
- 13.** ¿Qué mecanismos producen la expulsión del feto?

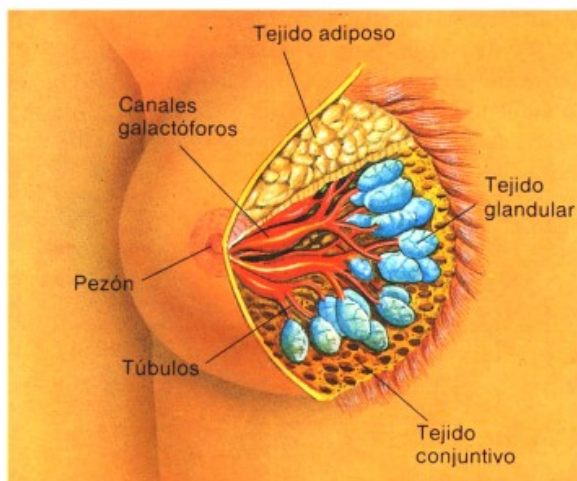
4. EL DESARROLLO POSTEMBRIONARIO

Tras del nacimiento y hasta completar su desarrollo, el ser humano experimenta una serie de cambios que tienen lugar en diferentes periodos. Durante el periodo inicial, el niño, incapaz de asimilar otro tipo de alimento, se nutre con leche: es el *periodo de lactancia*. Después de un largo periodo de crecimiento y aprendizaje, alcanza su pleno desarrollo y la madurez sexual.

A) LA LACTANCIA

Es el periodo en el cual la madre alimenta a sus hijos con la leche que producen sus glándulas mamarias. Éstas se localizan en las mamas que, aunque se desarrollan en la pubertad, no alcanzan su desarrollo funcional hasta la gestación.

A.1) Estructura de la mama



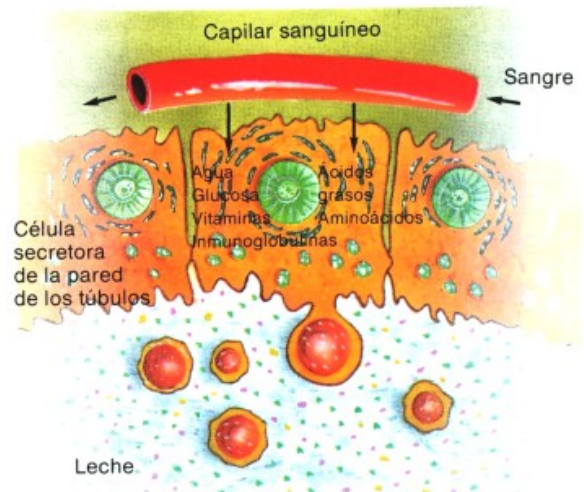
Sección de la mama.

En la sección representada en la ilustración se aprecian los tres tipos de tejidos que constituyen la mama: tejido adiposo en la periferia, tejido conjuntivo de relleno y tejido glandular en su interior.

La glándula está constituida por unos veinte *lóbulos*, separados por tabiques de tejido conjuntivo. Cada lóbulo contiene un conjunto de *tubos* ramificados, cuyas paredes están constitui-

das por células secretoras. Los tubos desembocan en los *canales galactóforos* y éstos se abren al exterior en el *mamelo*n o *pezón* de la mama.

A.2) Elaboración y secreción de la leche



Elaboración de la leche.

Las células de la pared de los tubos toman de los capilares sanguíneos circundantes los compuestos que precisan para la elaboración de la leche: glucosa, aminoácidos y ácidos grasos, así como los componentes que no precisan elaboración (vitaminas, inmunoglobulinas, agua, etc.).

La leche humana resultante de esta secreción contiene agua y sales minerales, proteínas (fundamentalmente caseína), glúcidos (lactosa) y lípidos.

Los primeros días después del parto, las glándulas mamarias segregan un líquido amarillento, el *calostro*, más pobre en lípidos y glúcidos, pero más rico en proteínas y con un alto contenido en anticuerpos maternos. Poco a poco, el calostro va siendo sustituido por la leche definitiva.

A.3) Control hormonal de la secreción

Durante los últimos estadios de la gestación, la progesterona secretada por la placenta es responsable del desarrollo de las glándulas mama-

rias. A su vez los estrógenos, también secretados, inhiben la producción de hormona lactotropa por parte de la hipófisis.

La eliminación de la placenta tras el parto, hace disminuir repentinamente el contenido de éstrogenos en la sangre materna, lo que origina la secreción de la hormona lactotropa y la subsiguiente síntesis de leche.

Asimismo, la estimulación de los pezones por la succión del lactante, genera ciertos impulsos nerviosos, dirigidos hacia el hipotálamo, que provocan la liberación de una hormona, la *oxitocina*, por parte de la hipófisis. Esta hormona produce la salida de la leche de las glándulas mamarias.

B) EL CRECIMIENTO Y LA MADUREZ

El crecimiento es el conjunto de cambios que se producen desde el nacimiento hasta el pleno desarrollo del individuo.

Ello implica no sólo un aumento en el tamaño del organismo, sino un cambio en las formas y proporciones corporales. En efecto, en el recién nacido la cabeza representa aproximadamente la tercera parte de la longitud total y las formas son redondeadas. En el adulto, la cabeza supone tan

sólo una séptima parte de la longitud del cuerpo, y las partes salientes son más agudas.

Las principales etapas y cambios que tienen lugar en el desarrollo son las siguientes:

a) Infancia. Comprende desde los 12-14 meses hasta los 12-13 años. Esta etapa comienza con el desarrollo completo del aparato locomotor y el niño aprende a caminar por sí solo. A los 6 años posee la primera dentición completa, y a los 7 comienza a sustituirla por la definitiva.

b) Pubertad. Abarca de los 12 a los 15 años en las chicas y de los 13 a los 16 en los chicos. En ella tiene lugar el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la aparición del vello púbico, el desarrollo de los senos y caderas en las chicas, el agravamiento de la voz y la aparición de pelo en la barba y cuerpo de los chicos, etc.

c) Adolescencia. Comprende los años que siguen a la pubertad, en los cuales se produce la plena madurez física sexual y emocional.

La talla aumenta en progresión aritmética, mientras que el peso lo hace en progresión geométrica. Al iniciarse la pubertad se produce un rápido incremento en el crecimiento: es el "tirón" prepuberal. Entre los 21 y los 24 años tiene lugar la osificación de los cartílagos de crecimiento de los huesos, por lo que éste finaliza.