

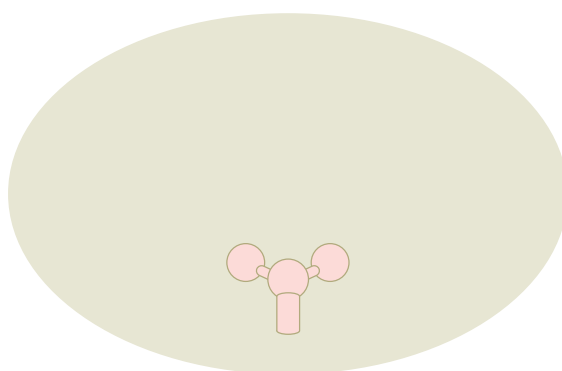
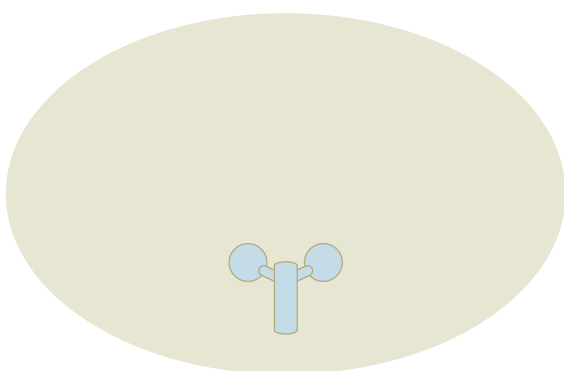
# 8

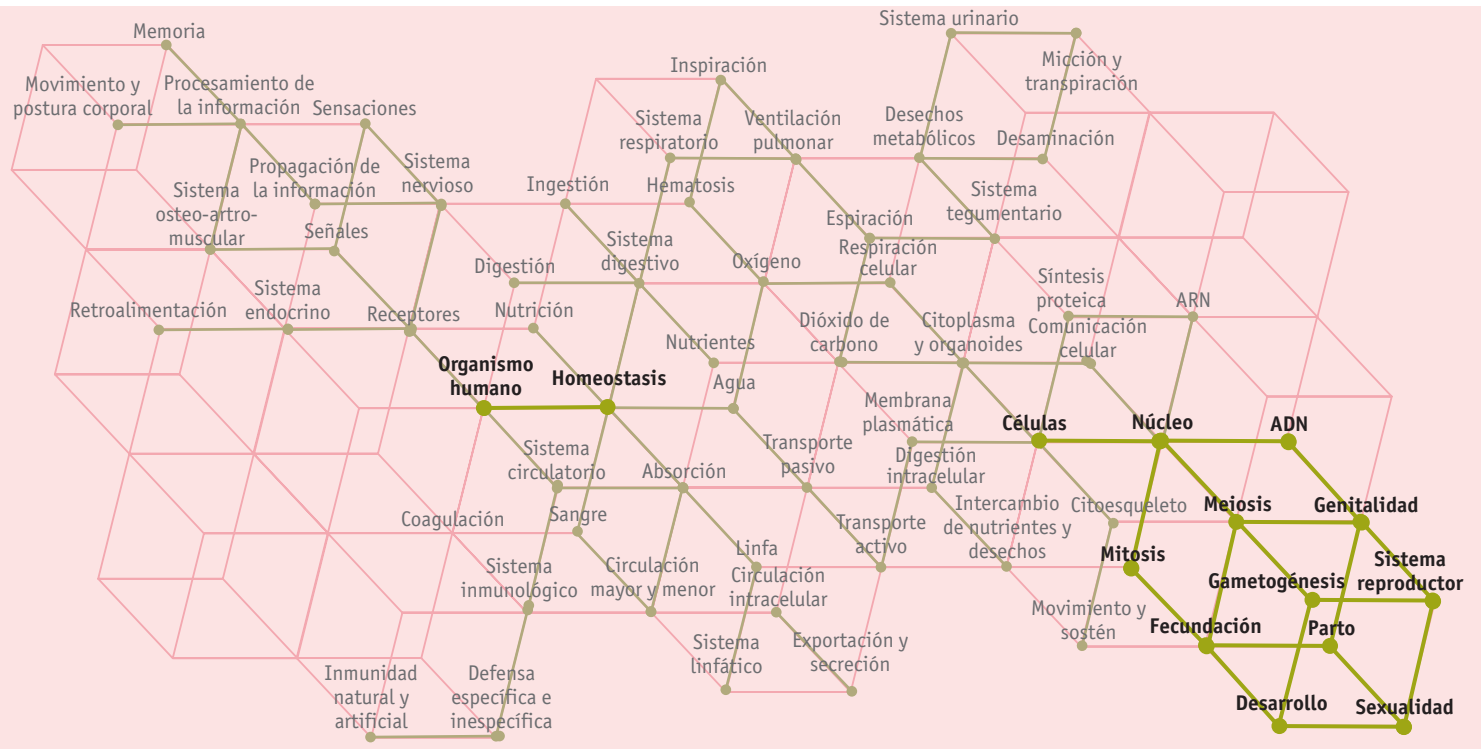
## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

### Genitalidad y sexualidad humana

En los humanos, como en muchos otros seres vivos, la **reproducción sexual** no solo posibilita dejar **descendencia**, sino también transmitir variedad de **información hereditaria**. Sin embargo, a diferencia de los demás organismos, la procreación de la especie humana tiene generalmente un componente agregado: las emociones.

El **sistema nervioso** y el **sistema endocrino** interactúan con el **sistema reproductor** y regulan los procesos biológicos (la genitalidad) y emocionales (la sexualidad) que caracterizan las relaciones entre mujeres y varones.

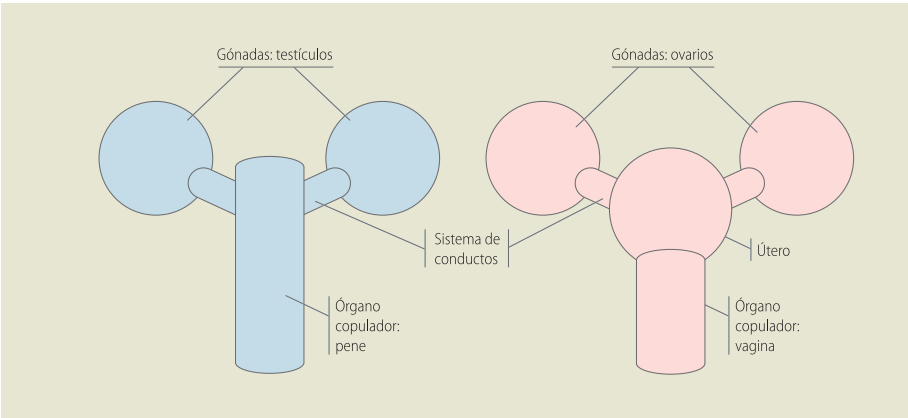




La **sexualidad** de una persona se construye a partir de su condición de varón o de mujer, de su edad, de las costumbres, normas y valores de la sociedad en que vive y de su capacidad de percibir y expresar emociones. Es decir, la sexualidad está conformada por la integración de los aspectos biológicos, psicológicos, sociales y culturales de cada persona. Su **genitalidad**, en cambio, está determinada por sus órganos y hormonas sexuales.

En los seres humanos los sistemas reproductores de ambos sexos poseen una estructura básica similar. Están compuestos por un par de glándulas sexuales o **gónadas**, (los **ovarios** o los **testículos**) donde se producen **gametas** o **células sexuales** (óvulos y espermatozoides).

Además del par de gónadas, ambos sistemas reproductores están conformados por estructuras específicas que intervienen en el acto sexual o **coito**, por conductos donde transitan las gametas, y por glándulas anexas.



Relean el texto de estas dos páginas y realicen un esquema conceptual para organizar la información.

### Los espermistas

Uno de los primeros científicos que identificó los espermatozoides fue el holandés Anthony van Leeuwenhoek (1632- 1723), quien observó la presencia de “criaturas microscópicas” en el semen y las llamó

**animálculos**. Leeuwenhoek

y sus seguidores, llamados **espermistas**, sostenían que los animálculos contendrían un nuevo y minúsculo individuo encogido como un feto, un **homúnculo**.

Desde esta concepción, el óvulo solo serviría de estuche y alimento para el nuevo organismo. Otros científicos de la época aseguraban que las colas de los animálculos agitaban el líquido seminal, con el fin de espesarlo.

La observación de un homúnculo dentro de los espermatozoides no está relacionada con el aumento de la lente ni con los ojos del investigador. Esta creencia se encontraba en su mente. Por aquellas épocas, la teoría del homúnculo existía con tal fuerza en la imaginación de los animalculistas que condicionaba todas sus observaciones.



## Estructura y dinámica del sistema reproductor

### Sistema reproductor masculino

Los órganos que conforman el **sistema reproductor masculino** se encuentran en el exterior y en el interior de la pelvis.

**ÓRGANOS REPRODUCTORES EXTERNOS** El **pene** es un órgano copulador eréctil que, en estado de flacidez, cuelga delante de los testículos. Está formado por el **cuerpo principal** y en su extremo libre posee un abultamiento de gran sensibilidad, el **glande**. Entre el cuerpo principal y el **glande** hay un reborde de piel denominado **corona**.

El pene está recubierto por una piel muy fina que en su extremo forma un repliegue, el **prepucio**. Cuando el pene se encuentra flácido, el prepucio recubre el glande. Sin embargo, esta porción de piel puede retraerse y descubrir el glande. El **frenillo** es un ligamento corto que mantiene unido el prepucio con la parte posterior del glande.

Por el interior del pene se encuentra la **uretra**; un conducto por el cual se produce la emisión del semen o **eyacuación**, y de la orina durante la **micción**. Dos esfínteres ubicados alrededor de la uretra controlan la salida alternada de cada fluido.

El **escroto** es un saco de piel dividido en dos compartimentos, uno derecho y otro izquierdo. En esos compartimentos se encuentran los testículos.

La ubicación de los testículos fuera de la cavidad abdominal confiere una ventaja para la producción normal de **espermatozoides**, ya que su origen requiere una temperatura inferior a la corporal.

El escroto tiene pequeñas fibras musculares que conforman el **músculo cremáster**. Cuando la temperatura ambiente disminuye, las fibras musculares del cremáster se contraen y el escroto acerca los testículos al cuerpo.

**ÓRGANOS REPRODUCTORES INTERNOS** Los **testículos** son dos glándulas sexuales productoras de espermatozoides y de hormonas masculinas.

En el interior de los testículos hay gran cantidad de finos tubos enrollados donde se producen espermatozoides, llamados **túbulos seminíferos**. En el interior de cada túbulo seminífero se encuentran las **células de Sertoli**, que poseen numerosos pliegues donde se ubican las cabezas de los espermatozoides. Por fuera de los túbulos están las **células intersticiales**, productoras de la hormona sexual masculina **testosterona**.

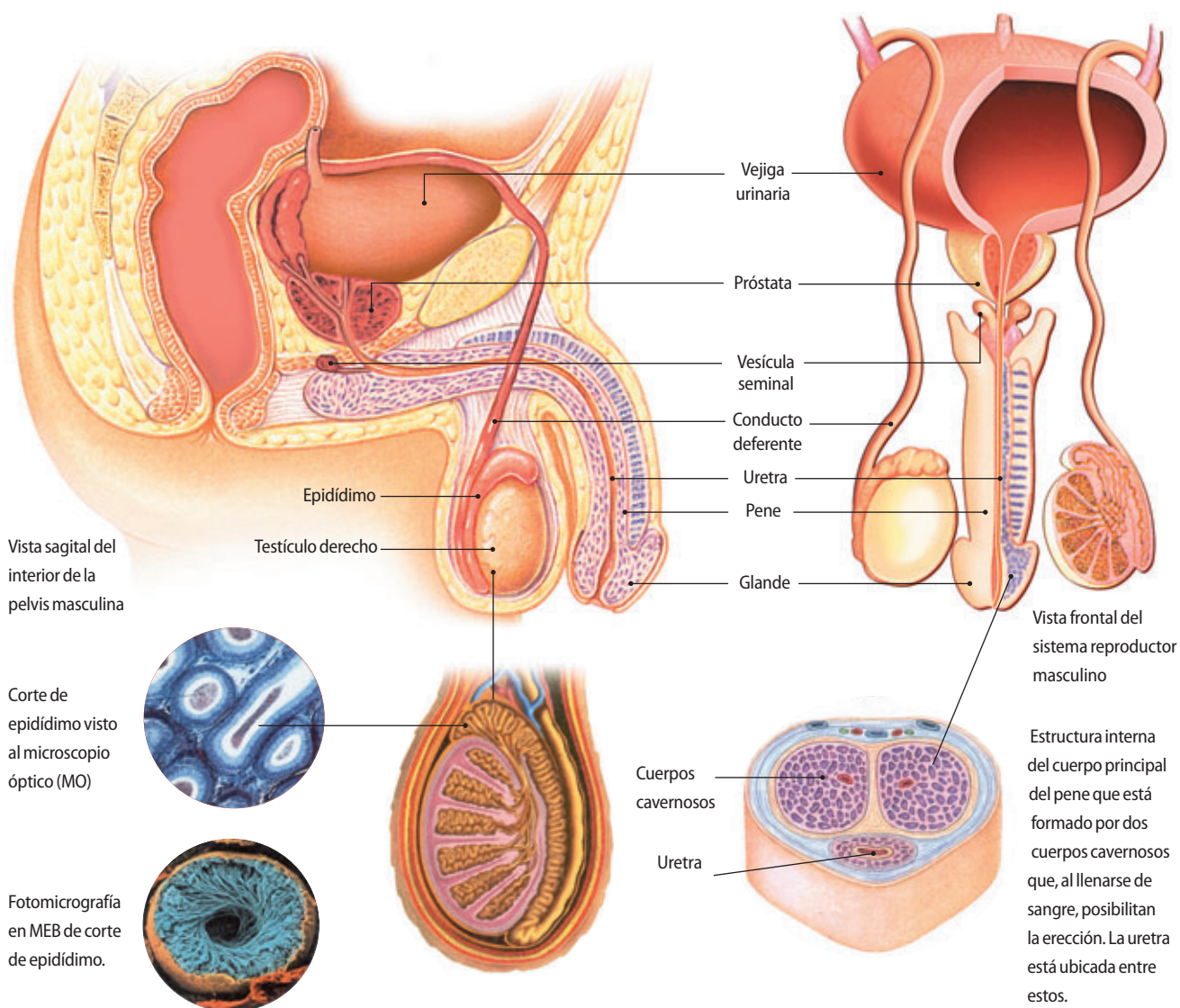
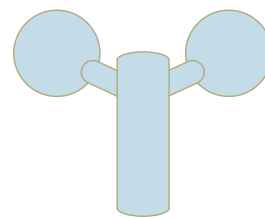
Todos los túbulos seminíferos confluyen en el **epidídimo**, conducto muy replegado donde los espermatozoides completan su maduración y adquieren movilidad por medio de la ondulación de su único flagelo. Desde allí, los espermatozoides maduros se desplazan por los **conductos deferentes** izquierdo y derecho, donde son almacenados hasta el momento de su emisión.

En la base del pene se hallan las **glándulas de Cowper**. Estas glándulas segregan hacia la uretra un fluido gelatinoso y transparente que favorece el desplazamiento de los espermatozoides y que lubrica el glande, facilitando la penetración del pene en la vagina.

La **próstata** y las **vesículas seminales** son pequeños órganos que vierten sus secreciones, el líquido seminal, en el interior de los conductos deferentes. El **líquido seminal** es el medio por el cual los espermatozoides se desplazan impulsados por su flagelo. Además, este fluido contiene los nutrientes de los que se alimentan los espermatozoides durante su tiempo de vida. Los espermatozoides y el líquido seminal conforman el **semen**.

La próstata es una glándula que produce y segrega fluidos alcalinos que facilitan el desplazamiento de los espermatozoides y neutralizan la acidez vaginal. Un medio ácido es perjudicial para esas células sexuales.

Los fluidos provenientes de las vesículas seminales están compuestos por materiales nutritivos como la fructosa. También contienen **prostaglandinas**, sustancias que estimulan las contracciones uterinas y facilitan el ascenso de los espermatozoides.



#### EN UN HOMBRE JOVEN

cada uno de sus testículos mide 45 mm de largo, 30 mm de ancho, 25 mm de espesor;

en cada testículo tiene 250 m de túbulos seminíferos.

#### LOS ESPERMATOZOIDES

se forman en una cantidad de 3000 por segundo;

se desplazan a una velocidad aproximada de 3 mm por minuto;

conforman aproximadamente el 1% del volumen del semen. En 1 cm<sup>3</sup> de semen puede haber entre 50 millones y 150 millones de espermatozoides.



# Spallanzani y las ranas

*EN LOS SIGLOS XVII Y XVIII, LOS PRIMEROS DESCUBRIMIENTOS SOBRE LA REPRODUCCIÓN EN ANIMALES VERTEBRADOS COMO LOS ANFIBIOS, FUERON MUY CURIOSOS Y CONTROVERTIDOS. ADEMÁS, SENTARON LAS BASES DE LA REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL.*

El investigador italiano Lázaro Spallanzani tuvo la inspiración y quizás también la suerte de usar ranas en sus investigaciones. Cuando Spallanzani comenzó sus investigaciones, no se conocía el proceso de la fecundación en esos animales. Anteriormente, el anatomista y zoólogo holandés Jan Swammerdam había afirmado

que el macho volcaba el semen sobre los óvulos durante la cópula. Sin embargo, no aportó ninguna prueba experimental. Otro científico, el francés René-Antoine Réaumur ya había realizado algunos estudios sobre este tema. En uno de ellos, pensó que los dedos

del macho intervenían en la fecundación y entonces los tapó con trocitos de hule con forma de guante. Sin embargo, dado que el proceso era de tan corta duración, no logró observar ningún fenómeno. Su colaboradora, Mademoiselle du Moutier fue más afortunada, ya que en una oportunidad creyó ver la expulsión de una "humareda de pipa" del macho. Para verificar la opinión de Swammerdam, Réaumur realizó una experiencia muy particular: colocó en ranas macho pequeños calzoncillos de seda, sostenidos por tirantes para retener el supuesto semen que intervenía en la reproducción. A pesar de tal artificio, nunca pudo ver nada vinculado con el acto de

la fecundación.

Corresponde a Spallanzani el mérito de haber dilucidado el mecanismo de la fecundación en esos anfibios. Él también les colocó calzoncillos y observó sobre éstos la presencia de pequeñas gotitas de un líquido claro, al que llamó el verdadero licor seminal\* porque, colocándolo sobre los óvulos, provocaba su desarrollo. Este procedimiento fue el comienzo de las primeras técnicas de fecundación artificial. Más tarde, alrededor de 1780, Spallanzani fecundó a una perra en celo a través de la introducción de espermatozoides en su vagina y obtuvo una camada de cachorros normales con las características de sus progenitores.



— Réaumur colocó "guantes" en las patas anteriores de los sapos macho. De este modo, el macho solo podía abrazar a la hembra a través del hule.



— Réaumur ideó unos "calzoncillos" para los sapos macho con el objetivo de poder observar el material que fecundaba a las hembras.



— La fecundación de los anfibios es externa. El macho abraza a la hembra y ambos se mantienen en esa posición hasta la liberación de las gametas femeninas y masculinas.



## Esto decía Spallanzani...

A fines del siglo XVIII, una de las cuestiones que quedaba por resolver era: ¿cómo fecunda al óvulo el semen del macho? Al examinar el sistema reproductor femenino, los científicos encontraron que el semen era depositado en una zona lejana al óvulo. Muchos supusieron que la fecundación del óvulo era producida por un vapor despedido del semen. A partir de estas observaciones surgió la hipótesis del "gas" o "vapor" como material fertilizador. Una explicación alternativa sostenía que el fluido seminal del macho debía tener contacto directo con el óvulo para iniciar su desarrollo. En uno de los informes de sus experimentos con ranas, Spallanzani escribió: *¿Afectan los vapores\* de los espermatozoides a la fecundación? Se ha discutido durante largo tiempo, y aún se discute, si las partes más visibles y gruesas del semen ayudan a la fertilización (empezando así el desarrollo) del hombre y de los animales, o si una parte muy sutil como el vapor que emana de éste, y al cual se le llama "aura espermática", es suficiente para llevar a cabo esta función. No puede negarse que los doctores y fisiólogos defienden este último*

*punto de vista, y los persuade en este razonamiento la necesidad aparente más que la razón o los experimentos. Estas razones que se dan a favor y en contra no resuelven la situación; ya que no se ha demostrado que el vapor espermático de por sí llegue hasta los ovarios, como igualmente se ignora si alguna parte material del semen llega hasta los ovarios, y no es el vapor el responsable de la fecundación.*

*Por lo tanto, para poder decidir sobre la cuestión es de gran importancia utilizar un medio eficiente para separar el vapor del cuerpo del semen y hacerlo de tal manera que los embriones\* queden más o menos envueltos en el vapor. Examiné estos huevos\* después de cinco horas y los encontré cubiertos de rocío que humedecía los dedos al tocarlos; sin embargo, esto era únicamente una parte del semen, el cual se había evaporado y disminuido en peso un gramo y medio. Los huevos entonces habían sido bañados por un gramo y medio de vapor espermático. A pesar de todo esto, al ponerse en agua los huevos se murieron. Aunque el experimento destruye la teoría del vapor espermático, fue no obstante único y quise repetirlo.*

*El último experimento de este tipo fue recoger varios gramos de vapor espermático y sumergir una docena de huevos en él durante varios minutos; puse, además, por varios minutos otra docena de huevos en contacto con el semen que quedó después de la evaporación y el cual no pesaba más de medio gramo; once de estos renacuajos\* se desarrollaron exitosamente, pero ninguno de los doce sumergidos en el vapor espermático sobrevivió. ¿Debemos decir entonces que éste es el proceso universal de la naturaleza para todos los animales y para el hombre?*

*Los escasos resultados con que contamos no nos permiten lógicamente llegar a una conclusión tan general. Lo máximo que puede pensarse es que probablemente es así.*

Baker & Allen.  
1979. Biología  
e investigación  
científica. Ed.  
Fondo Educativo  
Interamericano.

\* **Huevos:** Spallanzani llama así a los óvulos.

\* **Vapores de los espermatozoides:** gases producidos por el semen.

\* **Aura espermática:** vapor emanado por el semen.

\* **Embriones o renacuajos:** Spallanzani denomina embriones o renacuajos a los óvulos porque apoyaba el preformacionismo ovista.

\* **Licor seminal:** semen o líquido expulsado por el macho.

**1.** Identifiquen el problema y las hipótesis planteadas por el investigador Lázaro Spallanzani.

**2.** ¿Cuáles fueron los resultados obtenidos y la conclusión formulada

por el investigador? ¿Por qué decide repetir el experimento y no generaliza sus conclusiones a la especie humana?

**3.** Realicen una secuencia de esquemas para representar el último experimento

descrito por Spallanzani.

**4.** Identifiquen y comparen los conocimientos del siglo XVIII con los actuales sobre las gametas, el semen y la fecundación.



### Los ovistas

A medida que los microscopios se perfeccionaron entre los siglos XVII y XVIII, el estudio sobre la generación de nuevos individuos fue haciéndose más preciso. Algunos investigadores postulaban que un nuevo ser no se formaba, sino que preexistía como “germen” en el interior de las gametas y que solo debía crecer y desarrollarse; para volverse visible. Esta corriente científica se conoce como **preformacionismo germinal**. Un grupo de preformacionistas sostenía que el óvulo de las hembras contiene el nuevo ser en miniatura. A los defensores de estas ideas se los llama **ovistas**. Para estos preformacionistas, el papel del semen en la reproducción quedaba reducido a la estimulación del crecimiento del pequeño individuo preformado en el óvulo. Algunos ovistas pensaban que el huevo era activado por vapores despedidos del semen. En ciertas oportunidades se lo describió como un vapor muy penetrante y nauseabundo que daba fuerza y vigor a los machos; y se creía que, al penetrar en el cuerpo femenino, provocaba los vómitos tan comunes en las mujeres embarazadas.

## Sistema reproductor femenino

La mayoría de los órganos que conforman el **sistema reproductor femenino** se encuentran en el interior de la pelvis.

### ÓRGANOS REPRODUCTORES EXTERNOS

El conjunto de genitales femeninos externos conforman la **vulva**. Está constituida por un hundimiento central o **vestíbulo**, rodeado por dos pares de pliegues: los **labios mayores** y los **labios menores**. Estas estructuras protegen el extremo terminal de la uretra u **orificio urinario**, y el extremo terminal de la vagina u **orificio vaginal**.

En los laterales del orificio vaginal se encuentran las **glándulas de Bartholín**. Éstas y otras glándulas, que recubren la superficie interior de la vagina, producen mucus que la lubrican. Además, en el interior del conducto vaginal hay gran cantidad de bacterias que producen sustancias ácidas y protegen la zona de la invasión de microorganismos patógenos.

En el lugar de unión de los labios mayores se encuentra una región del pubis llamada **monte de Venus**. Estas estructuras se cubren de vello cuando comienza la pubertad.

En el lugar de unión de los labios menores hay un repliegue en forma de capucha que protege parcialmente el **clítoris**, estructura compuesta por tejido eréctil, similar al tejido que conforma el pene, que interviene en la excitación de la mujer.

Las **mamas** también son dos órganos vinculados con la reproducción humana. Están conformadas por las **glándulas mamarias** y abundante tejido graso.

Las glándulas mamarias están formadas por muchas y pequeñas estructuras productoras de leche, cuyos conductos desembocan en el **pezón**. La **areola** es la región más o menos pigmentada que rodea el pezón. La contracción del **músculo areolar** eyecta la leche. En su superficie se encuentran las **glándulas de Montgomery**, que producen un líquido aceitoso que mantiene los pezones suaves y limpios, y cuyo olor atrae al bebé al pezón.

El tamaño de las mamas depende principalmente de la cantidad de tejido graso y de la etapa en que se encuentren. Por ejemplo, durante el embarazo aumenta su volumen porque se incrementa la cantidad y el tamaño de las glándulas mamarias. Sin embargo, la cantidad de leche producida no está vinculada con el tamaño de las mamas.

### ÓRGANOS REPRODUCTORES INTERNOS

Entre los órganos reproductores internos, la **vagina** es el órgano copulador femenino. Por ese conducto ingresa el pene durante el **acto sexual** y, además, es el canal de salida del feto durante el parto. La vagina es un tubo de paredes elásticas cuyo extremo inferior termina en el orificio vaginal. El interior de la vagina no se mantiene como un cilindro ahuecado, la luz de este tubo es virtual y sus paredes están en contacto. El orificio vaginal puede encontrarse parcialmente cerrado por un fino repliegue de este tubo, el **himen**. La abertura y elasticidad del himen varía en cada mujer.

El **útero** es un órgano hueco formado por gruesas paredes musculares. Su tamaño es ligeramente menor al de un puño y su forma es similar a la de una pera invertida. Sin embargo, durante el embarazo el útero puede llegar a aumentar unas 40 veces su volumen.

La superficie interna del útero está recubierta por un tejido denominado **endometrio**, rico en vasos sanguíneos y glándulas. Las paredes musculares del útero producen continuas contracciones que ayudan a los espermatozoides en su recorrido hacia el oviducto. Además, las contracciones uterinas pueden intensificarse cuando se expulsa parte del endometrio en el período menstrual y al feto durante el parto.

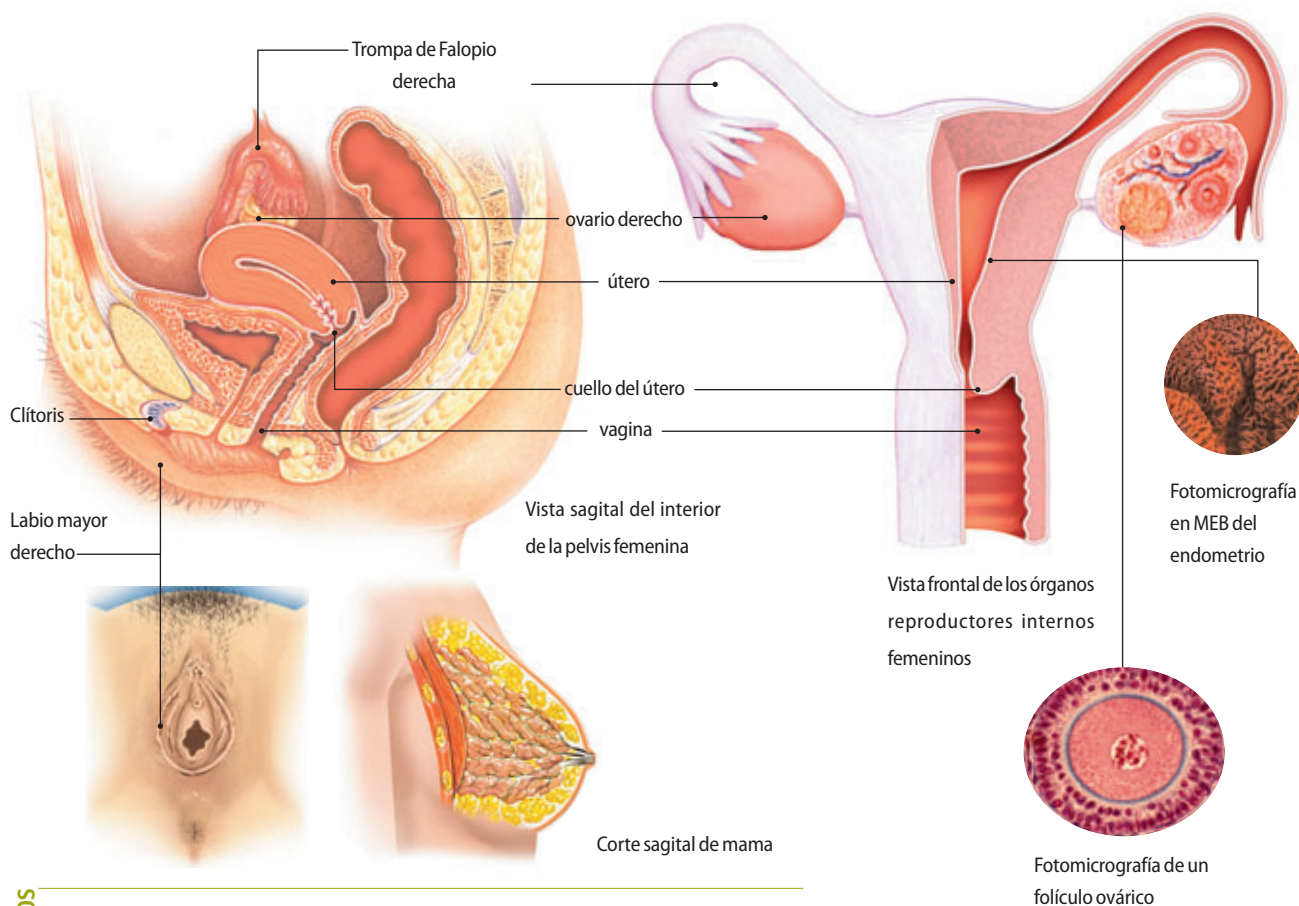
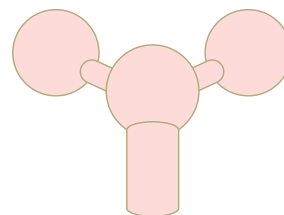
El extremo inferior del útero está conformado por un anillo muscular llamado **cérvix** o **cuello del útero**.

Los **ovarios** son dos órganos del tamaño de una almendra situados en los laterales de la cavidad pélvica.

En ellos se encuentran los **folículos**, cuyas células secretan **hormonas sexuales femeninas**. Cada uno de los folículos contiene un **ovocito** (óvulo en desarrollo) recubierto por dos envolturas. La externa es una “corona” de pequeñas células y la interna, la **zona pelúcida**, interviene en el reconocimiento de los espermatozoides de la misma especie. Si hay fecundación, el material que contiene el óvulo aporta los nutrientes al embrión durante los primeros días hasta su implantación en el útero.

Los **oviductos o trompas de Falopio** son dos tubos que relacionan cada ovario con el útero. La abertura de cada oviducto es similar a un embudo con proyecciones en forma de pequeños dedos y está separada del ovario por un estrecho espacio.

La superficie interna de las trompas de Falopio presenta mucus y cilios. El movimiento de los cilios y las contracciones de los músculos de sus paredes favorecen el desplazamiento del ovocito o el embrión hacia el útero.



#### EN UNA MUJER JOVEN

cada uno de sus ovarios mide 25 mm de largo, 15 mm de ancho, 10 mm de espesor;

su útero mide 7-8 cm de alto, 3 cm de espesor;

su vagina mide 7-8 cm de alto, 3-5 cm de ancho;

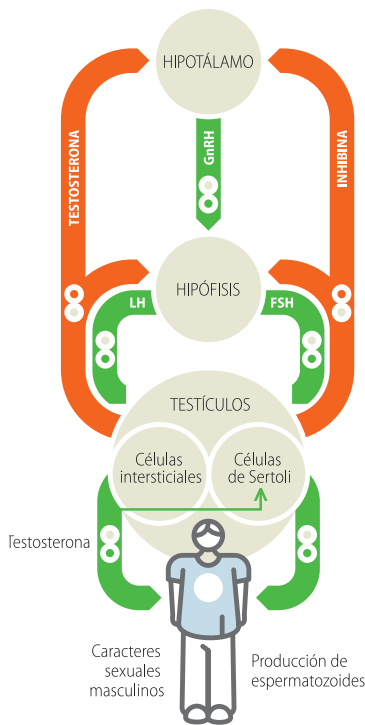
cada una de sus trompas de Falopio mide 10-12 cm de largo, 4 mm de diámetro; y

cada uno de los ovocitos que produce mide 120  $\mu\text{m}$ .



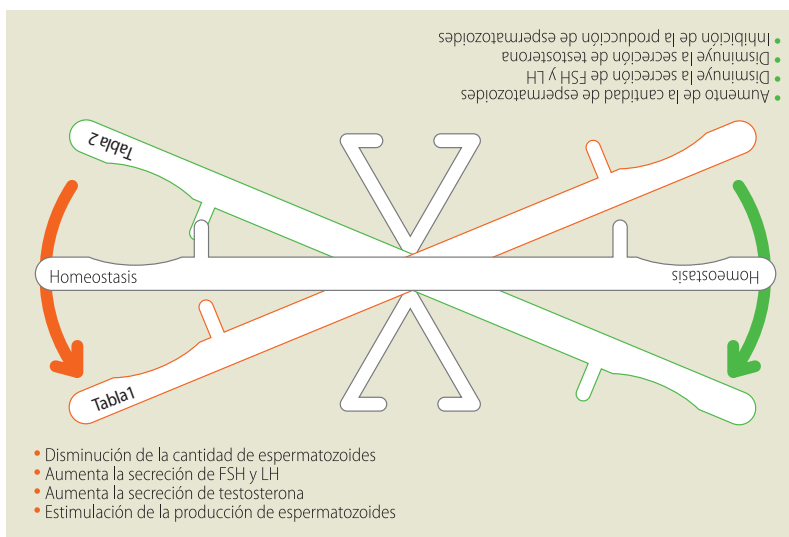
Observen las imágenes de esta página y de la página 183 e identifiquen las gónadas, el sistema de conductos y el órgano copulador en cada sexo.





Las características sexuales masculinas secundarias y la producción de espermatozoides están reguladas por procesos homeostáticos en los que intervienen hormonas procedentes del hipotálamo, de la hipófisis y de los testículos.

Este sube y baja representa el proceso de retroalimentación negativa que regula la cantidad de espermatozoides en el varón. Para comprender el modelo, primero observen la situación de la Tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Después giren el libro, observen la situación de la Tabla 2 y lean el texto del color correspondiente.



## Homeostasis hormonal masculina

Las **hormonas sexuales masculinas**, o **andrógenos**, regulan la producción de espermatozoides y determinan las características corporales propias del varón. La **testosterona** es un andrógeno que se produce en los testículos.

Entre los 10 y los 14 años de edad se produce un incremento en la producción de esta hormona que determina el comienzo del desarrollo de espermatozoides. Esta etapa de la vida se conoce como **pubertad** y marca el inicio de la madurez sexual del individuo. A esa edad también comienzan a producirse erecciones y eyaculaciones nocturnas en forma espontánea, llamadas **poluciones**.

El incremento en la producción de testosterona también provoca diversos efectos en el cuerpo de los varones. Por ejemplo, el crecimiento de la laringe (o nuez de Adán) y de las cuerdas vocales, que causan el agravamiento de la voz. La testosterona también ocasiona mayor desarrollo de los músculos y del esqueleto; y la distribución característica del vello corporal. Todos esos cambios corporales masculinos se denominan **características sexuales masculinas secundarias**.

La producción de espermatozoides continúa durante toda la vida a partir de la madurez sexual. Sin embargo, a partir de los 50 años, la producción de testosterona disminuye gradualmente. Durante esa etapa, llamada **andropausia**, la fertilidad masculina decrece en forma progresiva, aunque no desaparece totalmente.

La producción de espermatozoides y de testosterona está regulada por **procesos homeostáticos** en los que intervienen hormonas procedentes del hipotálamo, de la hipófisis y de los testículos.

El **hipotálamo** produce **hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)**, que por vía sanguínea estimula la parte anterior de la **hipófisis**. Con esta señal, la hipófisis reacciona produciendo **hormona folículo estimulante (FSH)** y **hormona luteinizante (LH)**. Ambas hormonas circulan por la sangre y actúan en los testículos.

La LH actúa sobre las **células intersticiales** y estimula la producción de testosterona. La FSH y la testosterona actúan sobre las **células de Sertoli**, que intervienen en la producción de los espermatozoides y de la **hormona inhibina**.

El equilibrio en la cantidad de espermatozoides producidos por el organismo está regulado principalmente por dos procesos de **retroalimentación negativa**.

Uno de ellos ocurre cuando la concentración de testosterona en la sangre es elevada, inhibiéndose la producción de hormonas del hipotálamo y la hipófisis (GnRH y LH).

El otro se produce por el incremento de la concentración de hormona inhibina en la sangre, reduciéndose la secreción de GnRH y FSH.

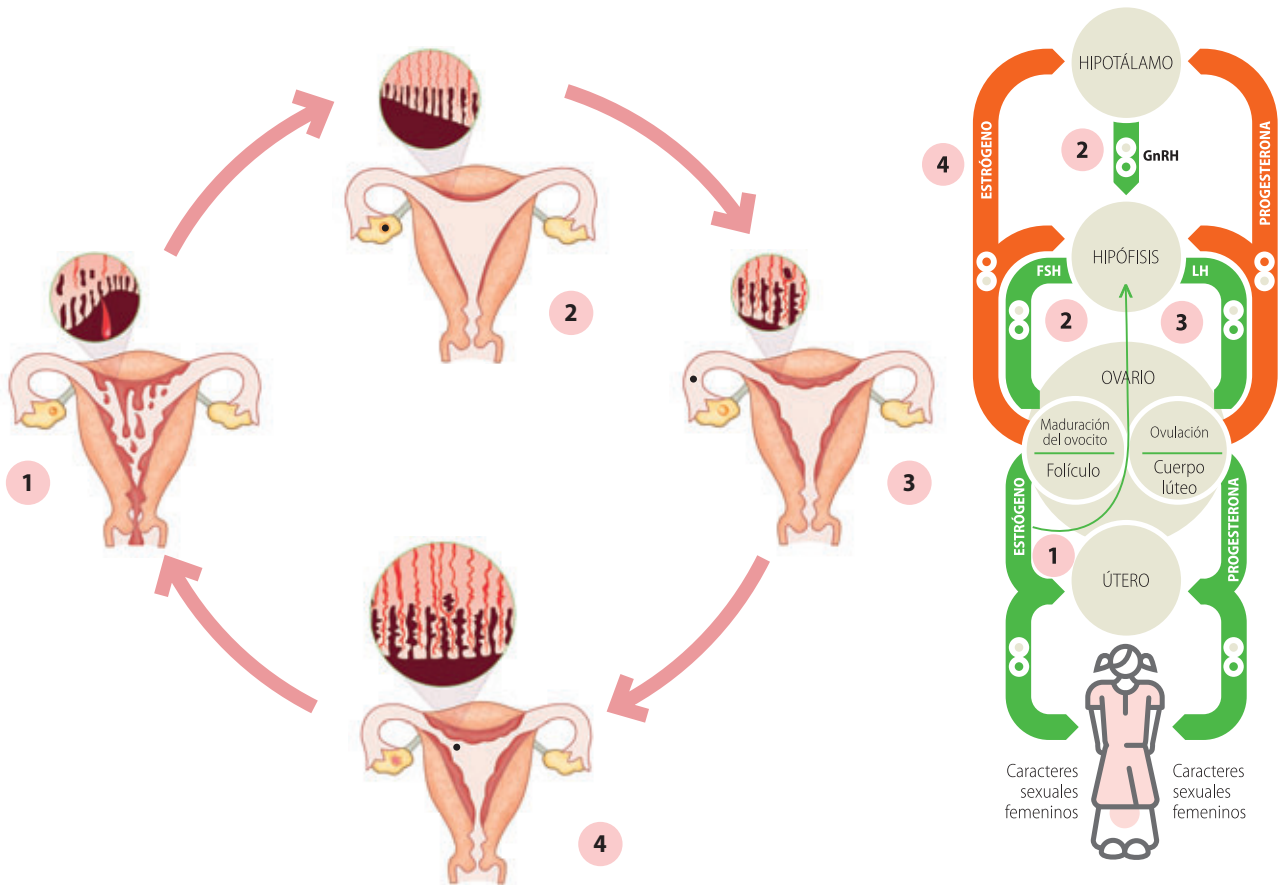
En síntesis, la interacción entre la FSH, la testosterona y la LH mantiene en equilibrio la producción de testosterona y espermatozoides en el organismo de los varones.

## Homeostasis hormonal femenina

Durante su pubertad, en la mujer se incrementa la producción de las hormonas sexuales denominadas **estrógenos** y **progesterona**. El aumento de la concentración de estas hormonas en la sangre, desarrolla las **características sexuales secundarias femeninas**: el desarrollo de las mamas y las caderas, el aumento del vello corporal, etcétera.

### CICLO MENSTRUAL

La interacción entre las hormonas del **hipotálamo**, la **hipófisis** y los **ovarios** produce una serie de cambios cíclicos en el sistema reproductor femenino que constituyen el **ciclo menstrual**.



- 1 El día 1 del ciclo menstrual se determina por la aparición del flujo característico o **menstruación**. El período menstrual dura aproximadamente 5 días y se origina por la ruptura de algunos vasos sanguíneos y la pérdida de gran parte del endometrio a través de la vagina.
- 2 Aproximadamente a partir del quinto día del ciclo menstrual, el **hipotálamo** secreta **GnRH**. Esta hormona estimula a la hipófisis que, en esa situación, produce y libera FSH y LH. La **FSH** inicia la maduración del folículo en un ovario. A medida que el folículo madura, éste secreta **estrógenos** y **progesterona**. Los **estrógenos**, a su vez, estimulan el crecimiento del **endometrio**. El endometrio es la capa intrauterina donde, en caso de producirse la fecundación del ovocito, se implantará el futuro embrión.
- 3 Aproximadamente a partir del día 12 del ciclo, los estrógenos alcanzan su máxima concentración en la sangre y estimulan a la

**hipófisis**, glándula que en estas condiciones secreta **LH** (proceso de **retroalimentación positiva**).

La **LH** estimula la maduración final de un **folículo** (en algunas ocasiones dos o más) y provoca la **ovulación**, alrededor del día 14. Liberado el **ovocito**, éste recorre las trompas de Falopio hacia el útero y, si en dos o tres días no es fecundado, es reabsorbido o eliminado con el flujo vaginal.

- 4 Luego de la ovulación, las células que conformaban el folículo (estimuladas por la **LH**) se transforman en el **cuerpo amarillo** o **cuerpo lúteo** y segregan gran cantidad de **progesterona** y una menor proporción de **estrógenos**. Ambas hormonas causan dos efectos. Por un lado, continúan el desarrollo y mantenimiento del endometrio. Por el otro, inhiben la secreción de **FSH** y **LH**; este proceso de **retroalimentación negativa** impide la maduración de nuevos folículos y, además, una nueva ovulación en el mismo ciclo.

### Sustancias que alteran el equilibrio hormonal

Tanto en el hombre como en la mujer, la ingesta de ciertas sustancias puede alterar la producción de hormonas sexuales.

A partir de 1930, comenzó el consumo de esteroides anabólicos para desarrollar la musculatura corporal. Estos anabólicos sintéticos tienen una composición química similar a la de la testosterona. Al actuar como la testosterona, los anabólicos inhiben la producción de la hormona sexual (retroalimentación negativa). Por eso, un consumo prolongado de estas sustancias disminuye la concentración de testosterona y provoca la reducción de los testículos, el aumento de las mamas, daños en el hígado, riñones y corazón, entre otros efectos. Además, en los adolescentes, pueden ocasionar calvicie precoz y menor estatura.



Elaboren un gráfico para representar la variación aproximada de la concentración de hormonas a lo largo del ciclo menstrual.

Si no se produce la fecundación del ovocito ni, como consecuencia, su implantación en el endometrio, alrededor de una o dos semanas después de la ovulación, el cuerpo lúteo se reabsorbe y cesa la producción de estrógenos y progesterona. La disminución de la concentración de estas hormonas en la sangre, provoca el desprendimiento de gran parte del endometrio, es decir, la **menstruación**. Además, los bajos niveles de estrógenos y progesterona vuelven a activar la secreción de FSH y LH y comienza un nuevo ciclo menstrual.

En caso producirse la fecundación, una vez que el futuro embrión se implanta en el útero, produce una hormona llamada **gonadotrofina coriónica**. Esta hormona mantiene el cuerpo lúteo y éste continúa con la producción de estrógenos y progesterona. Alrededor del tercer mes de embarazo, la **placenta** reemplaza al cuerpo lúteo en esta función y se estimula el crecimiento del útero y de las **glándulas mamarias**. La consecuencia de esta serie de procesos es la inhibición de la secreción de LH y, por lo tanto, la imposibilidad de una nueva ovulación y de la menstruación.

La primera menstruación, o **menarca**, manifiesta la madurez sexual de la mujer.

El periodo fértil de la mujer se extiende aproximadamente hasta los 50 años, momento en que comienza la etapa denominada **menopausia**. Esa etapa se caracteriza por una disminución en la producción de hormonas sexuales y, en consecuencia, por la imposibilidad de madurar y liberar ovocitos; es decir, desaparece la capacidad de procreación en la mujer.

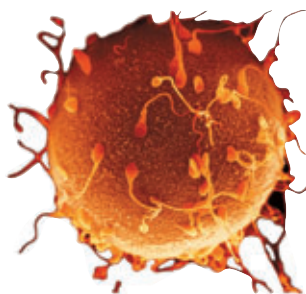
## Fecundación y desarrollo embrionario

### GESTACIÓN SIMPLE

En el hombre, la producción de **espermatozoides** es continua desde la pubertad. En cambio, en la mujer se produce y libera un número limitado de **ovocitos**. En el momento del nacimiento de una mujer, los ovarios contienen alrededor de 4 millones de óvulos inmaduros. De esa cantidad, al llegar a la pubertad se conservan aproximadamente 400 000 ovocitos; pero completarán su desarrollo y serán liberados durante el periodo fértil de la mujer solo cerca de 400 ovocitos.

De los millones de espermatozoides depositados en el fondo de la vagina durante el acto sexual, solo unos cientos alcanzan al ovocito en el oviducto.

En su cabeza, los espermatozoides tienen una estructura que contiene enzimas denominada **acrosoma**. Esas enzimas pueden degradar la región de contacto con las envolturas del ovocito y permitir el ingreso de un espermatozoide. La **fecundación** o **fertilización** propiamente dicha ocurre cuando los núcleos de ambas células se fusionan y forman un solo núcleo. El resultado de esta fusión es la **célula huevo** o **cigota**, que constituye la primera célula del nuevo ser.



Cuando un espermatozoide llega a la membrana del ovocito, se fusiona con ésta y la cabeza del espermatozoide se introduce en su interior. Inmediatamente, las envolturas protectoras y la membrana celular del ovocito cambian su estructura y esto impide el ingreso de otros espermatozoides. La segunda división celular del ovocito se completa después de la entrada del espermatozoide en una célula sexual femenina.

Mientras la cigota se desplaza por la trompa de Falopio, comienza a reproducirse. Alrededor de 7 días después de la fecundación, el embrión alcanza un número cercano a las 120 células y se denomina **blastocisto**.

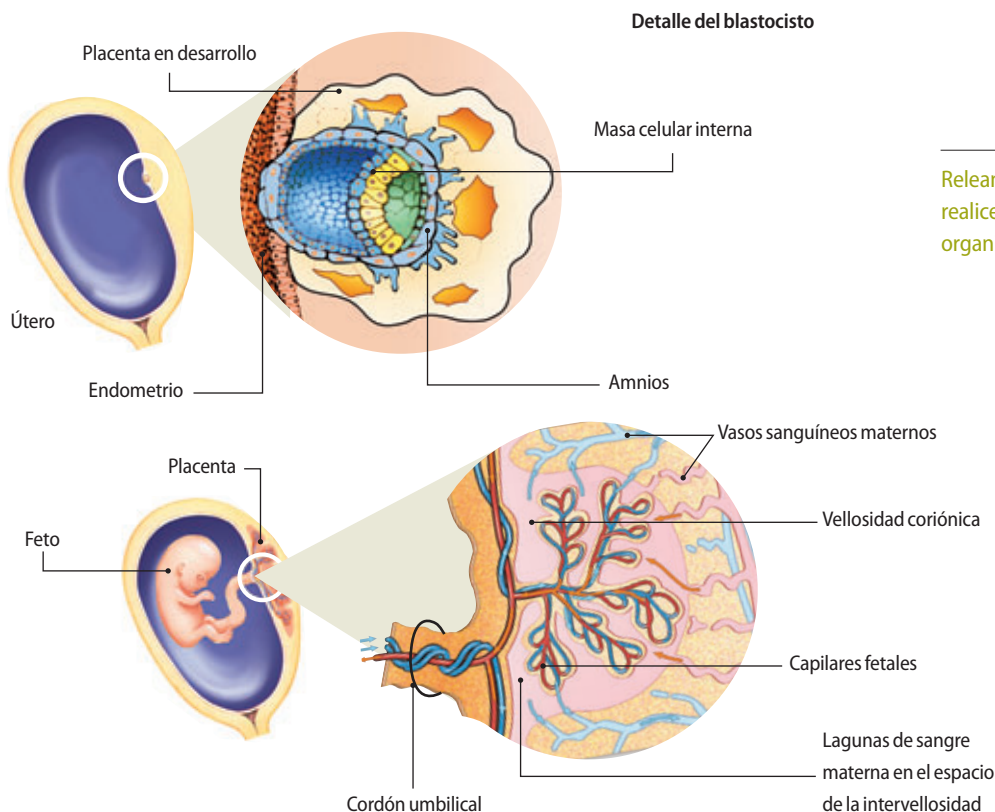
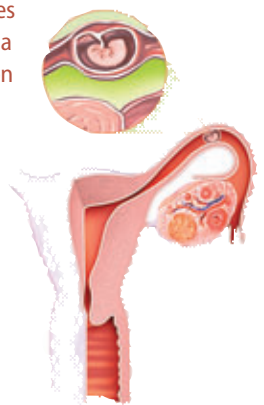
El blastocisto está formado por una masa de células internas que conformará el embrión, y una capa de células externas que se introducirá en el endometrio. La fijación del blastocisto en el endometrio se llama **implantación**. La capa externa de células origina el **corion**, membrana embrionaria que formará parte de la placenta. El corion estimula la producción de estrógenos y progesterona por el cuerpo lúteo, para mantener el endometrio. La masa interna de células origina el embrión y las otras tres membranas extraembrionarias: el **amnios**, el **alantoides** y el **saco vitelino**.

En el endometrio, los vasos sanguíneos se rompen y se forman depósitos de sangre. El corion penetra en el endometrio y forma proyecciones en forma de dedos, las **vellosidades coriónicas**, que quedan sumergidas en esos depósitos de sangre. El **cordón umbilical** es un conducto que relaciona el feto con la placenta. La sangre materna le aporta oxígeno y otros nutrientes. El dióxido de carbono y otros desechos del embrión pasan a la sangre materna, que los elimina junto con sus propios desechos.

Los vasos sanguíneos del cordón umbilical se ramifican en el interior de las vellosidades. La sangre de ambos queda separada por algunas membranas. A partir de ese momento comienza la formación de la **placenta**. Esta estructura permite la nutrición del embrión mediante el intercambio de materiales con su madre. La placenta está formada por tejido embrionario y materno. Constituye la fuente de nutrición, respiración y de eliminación de desechos del embrión. Alrededor del segundo mes, produce hormonas que estimulan el crecimiento del útero y las glándulas mamarias.

## Embarazos fuera de la cavidad uterina

En ciertas ocasiones, el blastocisto puede implantarse en las trompas de Falopio o pasar a través del espacio entre el oviducto y el ovario, ingresando en la cavidad abdominal. La gestación que se produce fuera de la cavidad del útero se denomina **embarazo ectópico**, constituye una de las causas de muerte materna y debe extraerse quirúrgicamente. Actualmente, se realizan numerosas investigaciones para permitir la reimplantación del embrión en el lugar adecuado.



Relean el texto de estas dos páginas y realicen un esquema conceptual para organizar la información.





El período desde la concepción hasta el nacimiento del bebé constituye la **gestación**, también llamado comúnmente **embarazo**. Esta etapa dura aproximadamente nueve meses y en ella se produce gran cantidad de cambios en el feto y en la madre.

Durante los dos primeros meses, las células se reproducen rápidamente, aumentan en cantidad y producen el **crecimiento** del embrión. A su vez, se especializan y diferencian en los distintos tipos celulares que darán origen a los tejidos y órganos del cuerpo. Ese conjunto de cambios constituye el **desarrollo**.

Este período es crítico para el embrión, ya que cualquier factor externo puede interferir en su crecimiento y desarrollo normal.

Al finalizar el segundo mes, el embrión presenta el esbozo de todos los órganos del cuerpo y se denomina **feto**.



Durante los primeros tres meses de gestación se forman el corazón, el hígado, el sistema nervioso central y los ojos. El corazón comienza a latir y se esbozan las extremidades superiores e inferiores. También se forman los párpados y los órganos reproductores. Al finalizar el primer trimestre de gestación, ya están constituidos los principales sistemas de órganos.



Durante el segundo trimestre comienzan a funcionar algunos órganos. El feto abre y cierra los ojos, se chupa el dedo, tiene pestañas, cejas y uñas. Un vello suave o lanugo cubre su cuerpo y una sustancia blanca y oleosa lo protege de los roces constantes. Se perciben sus movimientos. Comienza la osificación del esqueleto y el desarrollo de los músculos.



Desde los siete meses el feto tiene muchas posibilidades de sobrevivir fuera del útero, en una incubadora. En el último mes, adquiere los anticuerpos maternos que lo protegerán durante los primeros meses. Su posición se invierte, y su cabeza se ubica sobre el cuello uterino.



**GESTACIÓN MÚLTIPLE** En ciertas ocasiones, la mujer puede liberar más de un ovocito durante un ciclo menstrual. Cuando se liberan dos ovocitos y cada uno es fecundado por un espermatozoide, se forman dos cigotas que darán origen a **gemelos no idénticos** o **mellizos**.

Los **gemelos idénticos** se originan a partir de una sola cigota, producto de la unión de un óvulo y un espermatozoide. Esta célula comienza a reproducirse y, en cierto momento, las células hijas se separan y dan lugar a dos embriones diferentes entre sí. Aún no está determinada la causa de la separación de las células hijas, ni en qué etapa sucede. Sin embargo, se sabe que cuanto más tardía es la separación, pueden producirse más complicaciones.



Durante la separación natural de los gemelos idénticos, puede ocurrir que el proceso ocurra de manera tardía e incompleta. En esta situación, los fetos permanecen unidos por alguna parte de su cuerpo y se denominan **siameses**. Estos tipos de gemelos tienen una alta tasa de mortalidad. Sin embargo, en los últimos años, el avance de la medicina ha permitido el éxito de muchas separaciones quirúrgicas de estos hermanos.

## Parto y nacimiento

Se denomina **parto** a la salida del feto y la placenta al exterior. Este proceso se inicia por la acción de hormonas fetales y maternas, y puede durar varias horas.

En el proceso del parto pueden identificarse tres etapas: la dilatación, la expulsión del feto y el alumbramiento.

### DILATACIÓN

El tejido muscular del útero posee la capacidad de contraerse espontáneamente. Estas contracciones aumentan por el estiramiento que ocasiona el feto a medida que crece. El cuello uterino también aumenta su diámetro alrededor de 10 cm y la cabeza del feto lo empuja, incrementado su **dilatación**. Al mismo tiempo, los receptores de la dilatación presentes en el cuello envían señales que estimulan al hipotálamo donde se libera **oxitocina**. Esta hormona provoca contracciones uterinas de mayor intensidad. En esta etapa se elimina el tapón mucoso y el **líquido amniótico**, cuando se rompe la “bolsa” (**amnios**) que envuelve al feto.

### PARTO

En esta etapa el cuello del útero se dilata completamente y la cabeza del feto se inserta en él. Las contracciones uterinas junto con las contracciones de los músculos abdominales de la madre provocan el **parto** o salida del feto. Por lo general, primero sale la cabeza y luego el resto del cuerpo. Luego, se realizan dos ligaduras en el cordón umbilical y se corta en medio de ambas. El bebé comienza a respirar por sus propios medios e inicia una vida independiente.

### ALUMBRAMIENTO

Después del nacimiento del bebé, se reanudan las contracciones uterinas que provocan la expulsión de la placenta o **alumbramiento**, el resto del cordón umbilical adherido a ella y otros tejidos.

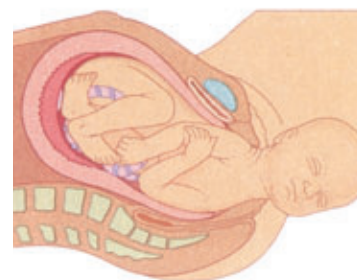
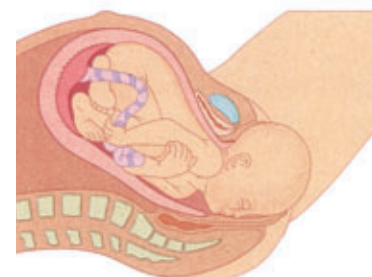
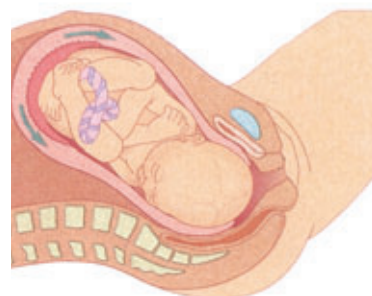
Luego de su eliminación, contracciones uterinas de menor intensidad facilitan el cierre de los vasos sanguíneos que abastecían la placenta y la gradual disminución del tamaño del útero.

### CUIDADOS DEL BEBÉ

El recién nacido debe recibir cuidados médicos en forma inmediata. La limpieza de sus ojos y la zona del cordón; el control de su peso, sus signos vitales y sus reflejos son muy importantes.

Durante los primeros días después del parto, las glándulas mamarias de la madre producen un líquido amarillento, llamado **calostro**, que aporta gran cantidad de nutrientes y anticuerpos al bebé. En pocos días, el calostro es remplazado por la **leche materna**, que constituye el alimento adecuado y completo para el recién nacido. La leche es fácil de digerir, posee nutrientes y anticuerpos que permiten el crecimiento normal del bebé. Además, está disponible en todo momento y a una temperatura justa y libre de contaminación.

Para complementar los cuidados, es fundamental el cumplimiento del calendario de vacunación, ya que los anticuerpos aportados por la madre desaparecen en el primer año de vida.



Relean el texto de esta página y realicen un esquema conceptual para organizar la información.





En el Museo de Ciencias de Londres se expone al público un modelo que representa la acción del tabaco sobre el feto.

Muchas compañías tabacaleras internacionales incluyen imágenes en los paquetes de cigarrillos sobre los problemas que ocasiona el tabaco en la salud del fumador y en el desarrollo fetal.

En la Argentina, la ley 23 344 se refiere a la publicidad relacionada con el tabaco e impone la inclusión en los envases y todo tipo de propaganda de la leyenda "Fumar es perjudicial para la salud".

## Cuidados maternos durante el embarazo

El embrión y el feto se encuentran protegidos dentro del útero materno. Este órgano les provee las condiciones y los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo normal.

La placenta es la principal fuente de intercambio de materiales entre el feto y la madre. A través de ese órgano se produce el intercambio constante de nutrientes, pero también microorganismos, virus, medicamentos, drogas y alcohol pueden atravesar la placenta y provocar daños y malformaciones en el feto. Por eso, las acciones adoptadas por la madre durante el embarazo son decisivas para la vida de su bebé.

Si bien las indicaciones más adecuadas para el embarazo deben ser prescriptas por el médico, la futura mamá debe tener en cuenta **acciones preventivas** para conservar su propia salud y la de su hijo.

La alimentación de una mujer embarazada debe constar de una dieta rica en nutrientes, abundante agua y debe ser adecuada en relación con las cantidades de alimentos ingeridos. El descanso y los ejercicios son acciones recomendables. También evitar las adicciones y la exposición a contaminantes atmosféricos.

## Estudios en el embarazo

Según la **Organización Mundial para la Salud (OMS)**, la mujer debe realizar entre 7 y 9 consultas médicas durante su embarazo. En nuestros hospitales estatales, la mayoría de los estudios que deben realizarse las mujeres embarazadas, son gratuitos.

Los **estudios de diagnóstico prenatal** se clasifican en pruebas de detección de riesgo y pruebas de diagnóstico.

Las **pruebas de detección de riesgo** estiman las probabilidades de que el feto tenga o desarrolle alguna enfermedad. Estas pruebas no diagnostican, sino solo marcan niveles de riesgo. Se usan como un primer paso para decidir si es necesario continuar con estudios más específicos. A través de una ecografía puede determinarse la **translucencia nuchal** o medición del grosor de la nuca y la presencia o ausencia del hueso nasal. Estos son indicadores de anomalías cromosómicas.

Las **pruebas de diagnóstico** permiten, por ejemplo, identificar anomalías cromosómicas, como el síndrome de Down, y algunas enfermedades genéticas, como ciertas cardiopatías. La **amniocentesis** consiste en la extracción de una muestra de líquido amniótico a través de una punción transabdominal. Para efectuar una **biopsia de vellosidades coriales** se extrae una muestra de placenta en desarrollo. En la **cordocentesis** se extrae un volumen de la sangre del feto que se encuentra en el cordón umbilical.

### Mapa de los estudios prenatales

Los estudios de rutina permiten el seguimiento del embarazo. En casos de riesgo aumentado pueden indicarse pruebas de diagnóstico especiales.

REFERENCIAS Estudios de rutina Estudios especiales



CONDUCTAS: ENCUESTA EN CAPITAL, GRAN BUENOS AIRES Y ROSARIO A 505 ADOLESCENTES DE 12 A 19 AÑOS

# Cuidados en el sexo: los jóvenes saben muy poco y no lo aplican

Uno de cada tres cree que la mujer no puede quedar embarazada la primera vez. Y el 58% sabe que puede prevenir el sida con preservativo, pero no cuáles son sus posibles vías de contagio y los síntomas.

Ismael Bermúdez.  
ibermudez@clarin.com

**L**a gran mayoría de los jóvenes se cuidó en su debut sexual, pero muchos creen que las mujeres no pueden quedar embarazadas la primera vez. Casi todos conocen los métodos anticonceptivos, pero no saben cómo emplearlos correctamente. En el mejor de los casos, se enteraron de la existencia del sida, y en el peor, no conocen ninguna ETS.

Los datos salen de una encuesta a 505 adolescentes escolarizados de entre 12 y 19 años, conducida por la socióloga Marcela Aszkenazi y un equipo de especialistas y estudiantes de sociología y medicina.

El objetivo fue indagar qué saben, qué creen y cómo practican los adolescentes su sexualidad.

En las respuestas aparecen algunas contradicciones entre lo que saben y lo que practican concretamente. El 86% se cuidó en su primera relación sexual —que en promedio se produjo a los 15 años— pero alrededor del 30% supone que no es posible concebir durante la primera vez, y que hay que tener varias re-

laciones sexuales para que la mujer quede embarazada.

Respecto de los métodos anticonceptivos, el 98% asegura conocer los más tradicionales, principalmente el preservativo. Pero su uso es algo “arbitrario” y, si lo emplean, no lo hacen bien y tienen falsas creencias como que “no es necesario colocarlo desde el inicio hasta el final de la relación sexual”.

Si bien más del 70% de los jóvenes cree que debería usar protección aun si la pareja es conocida, aclara que si se conocen desde hace tiempo y la mujer toma píldoras anticonceptivas, prefieren prescindir del preservativo.

De estos resultados se infirió que temen más la posibilidad de un embarazo no deseado que el contagio de ETS.

El 58% puede nombrar el sida y sabe que puede prevenirlo usando preservativo, pero no conoce sus posibles vías de contagio ni sus síntomas. Y más alarmante aún: el 20% no sabe nada acerca de las ETS. Pocos pueden identificar otras enfermedades como la gonorrea o la sífilis y reconocer formas de contagio y síntomas.

Otro capítulo poco explorado es el de la anticoncepción de emergencia (métodos para evitar el embarazo después de haber tenido relaciones sexuales sin la protección adecuada). Sólo el 27% sabe que existe este recurso, y menos del 3% manifestó haberlo empleado.

El 67% aseguró haber obtenido conocimientos parciales de salud sexual y reproductiva en charlas y materias escolares. Las otras fuentes de información son los padres (43%), los amigos (35%) y la televisión (34%).

El nivel de conocimiento acerca del aparato reproductor es sorprendentemente bajo en todos los entrevistados. El 51% de los jóvenes apenas menciona el pene o la vagina, pero no puede nombrar otros órganos reproductores ni sus funciones.

La mayoría de las mujeres y hombres (62% de los consultados) no había consultado últimamente a un ginecólogo o médico clínico. Y el 66% desconoce que existe una Ley de Salud Sexual y Reproductiva.

## ¿Quién lleva los preservativos?

La mayoría de los adolescentes piensa que tanto los varones como las mujeres **deben llevar siempre preservativos**, acentuando la creencia en una responsabilidad compartida frente a la decisión de usar métodos anticonceptivos. “Esto demuestra que **se están modificando ciertas**

**representaciones tradicionales de género** que sostienen que sólo el varón debe llevar los profilácticos”, indica la socióloga Marcela Aszkenazi, en una entrevista que le hizo el diario *Clarín* en junio de 2005.

El estudio concluyó a partir de estas respuestas que es favorable la promoción

de “conductas de **responsabilidad recíproca** en la prevención de enfermedades de transmisión sexual”. “Creo que en algún punto están cambiando las concepciones acerca de la sexualidad. Todavía falta mucho por andar pero hay mayor apertura en temas de salud sexual”, destaca Aszkenazi.

## Control de la reproducción humana



**Métodos barrera o que impiden la fecundación:** preservativo masculino, preservativo femenino, diafragma, esponjas, cremas y espumas espermicidas. Si se colocan correctamente, solo los preservativos protegen del sida y de otras enfermedades de transmisión sexual.



**Métodos anticonceptivos que impiden la fecundación y/o la implantación del embrión:** DIU, SIU y pastillas del día después. Ninguno de estos métodos protege del sida ni de otras enfermedades de transmisión sexual. Los métodos anticonceptivos artificiales que impiden la fecundación y/o la implantación del embrión en el útero son muy polémicos desde el punto de vista científico y también social.

Una pareja tiene el derecho de decidir el número de hijos que desea y cuándo tenerlos. Para ello existen métodos que permiten planificar la formación de una familia. Entre los métodos de control de la reproducción, algunos sirven para el momento en que la pareja decide tener un hijo y otros para evitar la descendencia.

La elección de un método anticonceptivo depende de factores como la edad, la relación de pareja, los principios éticos y religiosos, la indicación médica, la eficacia y los efectos secundarios de cada método y el acceso a ellos.

Los **métodos anticonceptivos** pueden impedir un embarazo no deseado en forma permanente o temporal.

Los **métodos anticonceptivos temporales** previenen el embarazo durante períodos limitados y no implican la pérdida de la fertilidad. La anticoncepción temporal puede realizarse a través de la abstinencia de relaciones sexuales en determinados períodos o con dispositivos artificiales.

Los **métodos naturales** se basan en la determinación de los días fértiles de la mujer, con el objetivo de interrumpir en forma voluntaria las relaciones sexuales en ese período. En el **método del control del ritmo**, se calculan los días fértiles de la mujer, teniendo en cuenta que, hipotéticamente, el día 14 del ciclo se produce la ovulación. Debido al tiempo de vida de las células sexuales y a eventuales variaciones en la fecha de la ovulación, se extiende el período entre el día 12 y el 16 del ciclo menstrual.

El **método del control de la temperatura** consiste en la medición de la temperatura corporal. El día de la ovulación esta temperatura aumenta en aproximadamente 0,5 °C a 1 °C. Quienes adoptan el **método del control del flujo vaginal**, detectan los días cercanos a la ovulación porque aumenta el volumen y la viscosidad del flujo vaginal.

El **coito interrumpido** consiste en retirar el pene de la vagina antes de la eyaculación.

La **ducha vaginal** se basa en el lavado de la vagina luego de la relación sexual.

Todos los métodos descritos anteriormente tienen un bajo índice de eficacia porque los ciclos menstruales suelen ser irregulares, especialmente en las adolescentes. Además, ninguno de ellos protege del sida ni de otras enfermedades de transmisión sexual.

Los **métodos anticonceptivos artificiales** pueden actuar de tres formas independientes o combinadas: impiden la fecundación, la ovulación o la implantación del futuro embrión.

Los **métodos de barrera** o que impiden la fecundación, constituyen un obstáculo para el encuentro de los ovocitos con los espermatozoides.

El **preservativo masculino o condón** es una funda de látex descartable que debe colocarse sobre el pene erecto, durante todo el acto sexual. Posee una pequeña dilatación en un extremo para retener el semen. El **preservativo femenino**, también desechable, es una cubierta que se coloca en el interior de la vagina y que impide la entrada del semen. Su utilización es menos frecuente y más costosa que la del preservativo masculino.

Si se usan correctamente, ambos preservativos son los únicos dispositivos anticonceptivos que previenen el contagio de enfermedades de transmisión sexual.

El **diafragma** es un capuchón flexible que se coloca en el interior de la vagina y cubre el cuello del útero. Bloquea el paso del semen hacia el útero y es reutilizable. El tamaño, el tipo y la correcta utilización del diafragma requieren de orientación médica.

Las **esponjas** tienen forma de disco y se colocan en forma similar al diafragma. Bloquean y absorben el semen antes de su ingreso en el cuello uterino. Se retiran mediante un hilo que presentan y son desechables.



El efecto anticonceptivo del diafragma y de las esponjas suele incrementarse con **sustancias espermicidas** (cremas, espumas, jaleas, pastillas vaginales). Sin embargo ninguno de estos métodos protege de las enfermedades de transmisión sexual.

Entre los **métodos anticonceptivos hormonales**, o que impiden la ovulación, se encuentran las **pastillas anticonceptivas**. Están compuestas por hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona) que inhiben la producción de LH y por lo tanto, la ovulación. Son recetadas por el médico y hay diversos tipos según su composición hormonal. La mayoría se administran durante 21 días consecutivos del ciclo menstrual y preferentemente a la misma hora. En la semana que no se ingieren se produce la menstruación.

Las hormonas también pueden administrarse por otras vías: inyectables, parches adhesivos, cápsulas o varillas implantadas debajo de la piel y anillos colocados en la vagina.

Actualmente se realizan investigaciones para desarrollar píldoras anticonceptivas masculinas. Los estudios están destinados a impedir o disminuir la producción de espermatozoides. En un principio, para esto se utilizó la testosterona, pero tiene varios efectos secundarios. En la actualidad, se estudia la combinación de testosterona con la hormona **progestina**, que inhibe la producción de espermatozoides. Esta combinación reduce los efectos colaterales ocasionados por un elevado nivel de andrógenos en la sangre.

El **dispositivo intrauterino (DIU)** es un pequeño dispositivo de plástico con un filamento o chapita de cobre. Lo coloca el ginecólogo y, en general, en mujeres que ya han tenido hijos. Sus efectos anticonceptivos tienen varias acciones. Por un lado, el cobre inactiva el movimiento de los espermatozoides y produce una reacción inflamatoria en el endometrio; entonces cambia su estructura y dificulta el ascenso de estas células. Por el otro, esta modificación del endometrio evita una eventual implantación del óvulo fecundado.

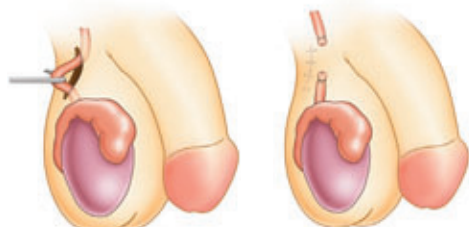
El **sistema intrauterino (SIU)** es un dispositivo similar al DIU que libera **levonorgestrel** (hormona similar a la progesterona). Esta hormona espesa el mucus del cuello del útero, cambia la estructura del endometrio, interfiere en la ovulación y, secundariamente, en la implantación.

La **píldora del día después** (o **anticonceptivo de emergencia**) contiene altas dosis de hormonas femeninas que retrasan la ovulación y alteran la estructura del endometrio espesando el mucus cervical. Si bien esos efectos actúan directamente impidiendo la fecundación, ninguno de ellos protege a la mujer de la infección de ETS. En la actualidad, hay un importante debate científico y social sobre la posibilidad de que este método evite, además, la implantación del huevo.

Los **métodos anticonceptivos permanentes** consisten en la esterilización del hombre o de la mujer, a través del bloqueo de los conductos por donde transitan las células sexuales. Con esta técnica se impide un posible encuentro entre las gametas.



**Métodos hormonales o que impiden la ovulación:** inyecciones y pastillas anticonceptivas, parches, implantes y anillos vaginales. Ninguno de estos métodos protege del sida ni de otras enfermedades de transmisión sexual.



La **vasectomía** consiste en una intervención quirúrgica en la que se ligan los conductos deferentes. En consecuencia, durante la eyaculación, el semen expelido carece de espermatozoides.



La **ligadura tubárica** también consiste en una intervención quirúrgica en la que se ligan las trompas de Falopio.



### Casos controvertidos

Las aplicaciones de las técnicas de reproducción asistida provocan numerosos casos sobre los que ha opinado y actualmente juzga la gente.

El caso Parpalaix fue uno de los más conocidos. En 1984, una mujer francesa quería ser fecundada con el espermatozoide de su marido muerto. Esta situación planteó la reflexión sobre "la vida después de la muerte" y sobre los "niños huérfanos antes de ser concebidos". Sin embargo, nueve años más tarde, en los Estados Unidos de Norteamérica una mujer logró dar a luz a una beba a partir de una fecundación *in vitro* realizada con espermatozoides que habían sido extraídos del cuerpo de su marido 30 horas después de su muerte.



Las técnicas de reproducción asistida también plantean a la sociedad el debate sobre la edad en que una madre debe concebir. En 1992 una italiana de 61 años fue inseminada con espermatozoides congelados de su marido muerto en 1982. En 1994, fue inseminada otra italiana de 63 años. En abril de 2005, una mujer inglesa concibió mellizos a la edad de 57 años.

### CUANDO SE QUIERE Y NO SE PUEDE

Las causas de infertilidad y de esterilidad son variadas y pueden presentarse en la mujer, en el hombre o en ambos. Algunas tienen origen biológico y otras son de índole psicológica. También hay disfunciones de las que aún se desconocen sus causas.

La **Organización Mundial de la Salud (OMS)** declaró al mes de junio como el Mes Internacional de la Infertilidad, problemática que afecta entre un 10 y un 15% de la población mundial (entre 50 y 80 millones de personas en el mundo).

El conjunto de procedimientos que se aplican para aumentar la posibilidad de embarazo, se denominan **técnicas de reproducción o fertilización asistida**.

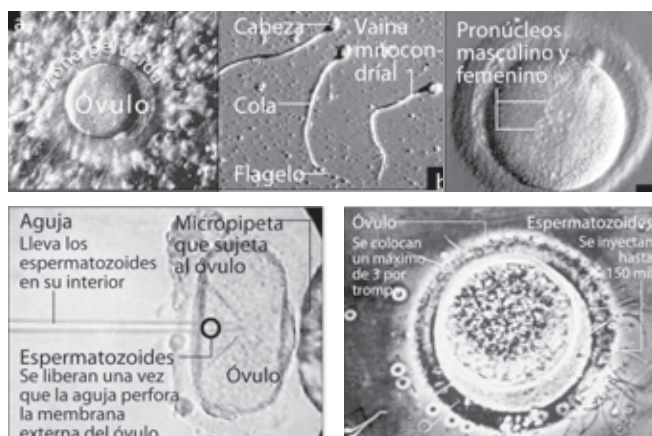
La reproducción puede ser auxiliada por técnicas de baja o de alta complejidad. Esta clasificación obedece a los costos económicos, la complejidad de la tecnología empleada y el lugar donde se produce la fecundación: en el interior o en el exterior del cuerpo de la madre. Las **técnicas de baja complejidad** son relativamente sencillas y favorecen la fecundación natural. Incluyen las **relaciones sexuales programadas**, la **estimulación de la ovulación** a través de medicamentos y la **inseminación artificial**. En las **técnicas de alta complejidad** la fecundación se realiza en recipientes especiales y se llama **fecundación *in vitro***.

La reproducción asistida plantea múltiples reflexiones éticas o morales en el nivel científico, social y religioso. Estas técnicas comprometen el inicio de la vida humana, el estatus de persona, la sexualidad de las parejas, los lazos familiares y las creencias religiosas.

Algunos países tienen leyes que regulan las prácticas de fertilización asistida. Otros carecen de legislación al respecto. En general, sobre la reproducción asistida hay una falta de consenso internacional y múltiples son las cuestiones éticas que se discuten actualmente. Por ejemplo, se debate sobre quiénes tienen derecho a este tratamiento, la donación y el congelamiento de gametas y embriones, la manipulación y selección de determinadas características. En la actualidad se discute sobre la posibilidad de clonar seres humanos.

Hasta hoy en la Argentina no existe una ley que regule la reproducción asistida. Sin embargo, existe un código de normas éticas entre los profesionales y los centros de medicina reproductiva, destinado a ayudar a parejas con dificultades reproductivas. Este código sostiene que la donación de células sexuales es una práctica anónima y altruista. No obstante, más allá de contar o no con legislación que regule la reproducción asistida, los numerosos y acelerados hallazgos científicos hacen que las leyes promulgadas sobre estas temáticas caduquen en poco tiempo.

En nuestro país no hay cobertura estatal para el uso de estas costosas técnicas y la mayoría de ellas se realizan en el ámbito privado. Por lo tanto, en general su aplicación implica un esfuerzo físico, psíquico y económico por parte de las parejas.



## Desequilibrios en la genitalidad y la sexualidad

Las **enfermedades de transmisión sexual (ETS)** son un conjunto de más de 30 enfermedades producidas por diversos microorganismos o virus transmitidos principalmente durante el acto sexual. Por acto sexual se entiende tanto contacto genital, oral-genital, como genital-rectal. Sin embargo, esta denominación no es exacta porque la mayoría de estas enfermedades puede transmitirse por otras vías. Con menor frecuencia, algunas de estas enfermedades pueden contagiarse por el uso de prendas íntimas ajenas, toallas, sábanas, el inodoro y el bidet. Actualmente, la prevención a través del uso adecuado del preservativo y el diagnóstico precoz constituyen las principales herramientas para disminuir la probabilidad de contagio y controlar o curar la mayoría de estas enfermedades.

### GONORREA

La **gonorrea** es una enfermedad provocada por las bacterias *Neisseria gonorrhoeae*. Los primeros síntomas de esta enfermedad se manifiestan cuando por la uretra o la vagina sale pus amarillo-verdoso y por el dolor o ardor que se siente al orinar, o cuando el hombre eyacula. Si no se trata pueden obstruirse los conductos espermáticos y la uretra, lo que provoca esterilidad. En la mujer, la infección es menos frecuente y comienza en la vulva y la vagina, y secundariamente pasa a la uretra. Puede producir infertilidad, infecciones en la cavidad abdominal y parto prematuro. Además, la mujer puede infectar a su hijo durante el parto, produciéndole ceguera.

### SÍFILIS

La **sífilis** es una ETS de las de mayor importancia por las consecuencias que ocasiona si no es detectada y tratada en sus etapas iniciales. Es producida por el grupo de bacterias *Treponema pallidum*. El primer síntoma es el **chancro sifilítico**, úlcera indolora del tamaño de una lenteja, que se forma en el pene, la vulva o la vagina. Si éste no es detectado y la enfermedad no es tratada, se desarrolla la segunda etapa, con erupciones muy contagiosas y fiebre. En la etapa latente, desaparecen los síntomas, pero el individuo continúa enfermo. En la etapa final (después de unos 3 a 15 años), la sífilis altera el sistema nervioso, el corazón y numerosos órganos, pudiendo causar la muerte si no se trata.

El chancro sifilítico también puede presentarse en el interior de las mejillas, la faringe y el ano, según el contacto sexual practicado. En ciertas ocasiones no se presenta el chancro, como en el contagio por vía sanguínea o en el feto infectado durante la gestación.

Tanto la gonorrea como la sífilis se tratan con antibióticos. El tratamiento debe ser efectuado por la pareja y completarse aunque los síntomas desaparezcan.

### PAPILOMA HUMANO

Los virus que provocan el **papiloma humano**, o papilomavirus humano (HPV), se transmiten a través del contacto sexual. Esta enfermedad se manifiesta por la aparición de verrugas o papilomas en los genitales, alrededor de éstos o en el ano. Las verrugas pueden destruirse con ciertas sustancias químicas, por congelamiento, láser o cirugía, pero no curan la enfermedad. Por eso las mujeres deben realizarse periódicamente exámenes ginecológicos.

### HERPES GENITAL

El **herpes simple genital** es ocasionado por dos tipos de virus, el HSV-1 y el HSV-2. Se caracteriza por la presencia de ampollas en los genitales de ambos sexos. Éstas se transforman en llagas dolorosas y luego se forman costras. Existen medicamentos que disminuyen los malestares ocasionados por las llagas pero no curan la enfermedad porque los virus continúan en el interior de las células.

### CON-SUMO CUIDADO

#### Estar informado

El Ministerio de Salud de la Nación tiene el **Programa Nacional de VIH sida y ETS**. Este organismo atiende y responde gratuita y telefónicamente todo tipo de consultas sobre enfermedades de transmisión sexual, en el teléfono 0800-3333-444

#### Enfermedades de ayer y de hoy

Las ETS se clasifican en antiguas y modernas. Entre las primeras se incluyen la sífilis, la gonorrea, la uretritis, las ladillas, la tricomoniasis y las aftas. Las modernas son el sida, el herpes genital, la hepatitis B y la clamidia. Busquen información sobre ambos tipos de ETS e identifiquen el agente causal, las vías de contagio, los síntomas, la prevención y el tratamiento indicado para cada infección.



El sida también está clasificado como una ETS. Si quieren recordar su caracterización y medidas de prevención, lean la página 170.

## Reproducción en las células del organismo

El crecimiento, la regeneración de partes del cuerpo lesionadas y la procreación del organismo humano están determinados por la capacidad de reproducción de las células que lo componen.

### El núcleo celular

Además de la coordinación de los procesos celulares, el contenido del **núcleo** tiene una fundamental participación en la reproducción de las células. Está constituido por los siguientes componentes:

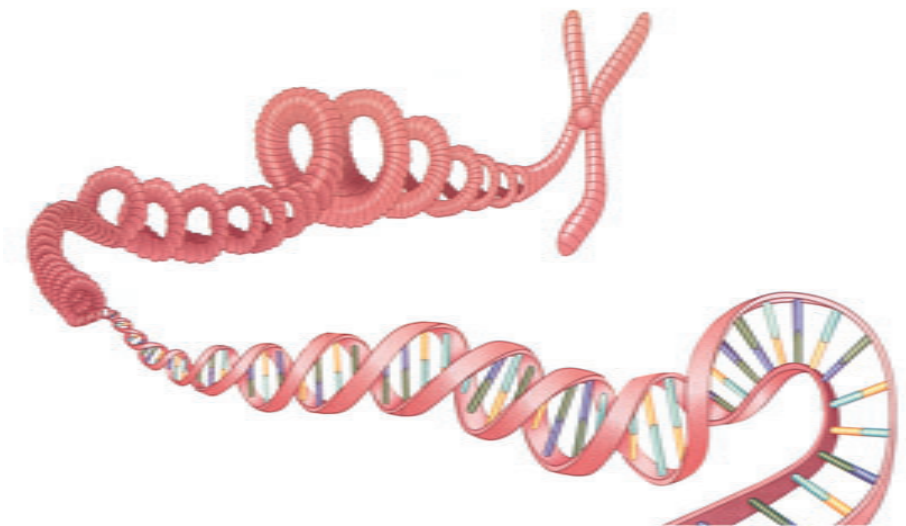
- la **envoltura nuclear**: estructura que constituye el límite del núcleo, a través del cual se establece un intercambio de sustancias con el citoplasma. Tiene un conjunto de cisternas comunicadas con el retículo endoplasmático rugoso y presenta ribosomas adheridos en su cara externa, interrumpida por **poros nucleares** que comunican al núcleo con el citoplasma. El tránsito de moléculas a través de los poros nucleares es altamente selectivo, y requiere de la identificación de señales específicas y uso de energía;

- la **matriz nuclear**: componente proteico que constituye el armazón del contenido del núcleo;

- el **nucleoplasma**: material fluido constituido fundamentalmente por agua, nucleótidos, enzimas y otras proteínas;

- el **nucléolo**: es una agrupación de ADN, ARNr y proteínas; y

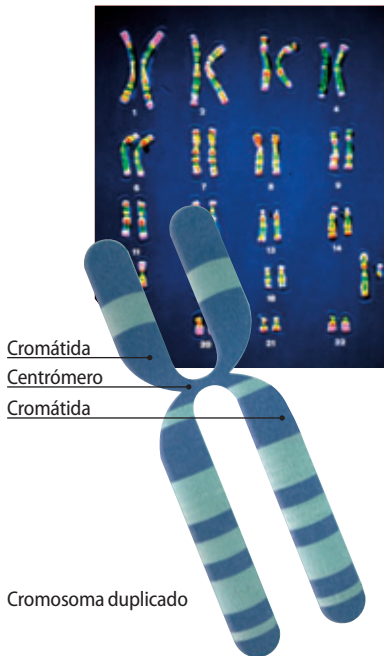
- la **cromatina** y los **cromosomas**: contienen el material genético de las células.



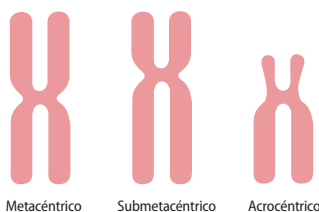
### CROMATINA Y CROMOSOMAS

La cromatina resulta de la asociación de ADN y proteínas llamadas **histonas**. Este material filamentososo se encuentra disperso en el núcleo en variados grados de plegamiento.

La cromatina se condensa progresivamente cuando la célula ingresa en la etapa de división, transformándose en las estructuras denominadas **cromosomas**. Cada molécula de ADN duplicada y compactada constituye un **cromosoma**.



Condensación de cromosomas: a medida que aumenta el grado de plegamiento, la cromatina se acorta y engruesa.



Los cromosomas solo pueden observarse a través del microscopio durante la división celular. Al inicio de la misma, cada cromosoma presenta dos **cromátidas** unidas a la altura del centrómero. El **centrómero** separa los dos brazos de una cromátida. Los extremos de cada cromátida reciben el nombre de **telómeros**.

Según la longitud relativa de los brazos, los cromosomas se clasifican en **metacéntricos**, **submetacéntricos** y **acrocéntricos**.

La representación ordenada de los cromosomas de una especie recibe el nombre de **cariotipo**. El cariotipo humano consta de 46 cromosomas o 23 pares de cromosomas homólogos. De éstos, 22 pares se denominan **cromosomas somáticos** o **autosomas**, y 1 par, **cromosomas sexuales**.

Las células femeninas se diferencian de las masculinas por el tipo de cromosomas sexuales que presentan. En general, la mujer presenta dos cromosomas sexuales llamados **X**, y el hombre un cromosoma **X** y un cromosoma **Y** en cada una de sus células.

Como se explicó en el Capítulo 2, en el núcleo celular se produce la transcripción del ADN, proceso de síntesis de ARNm previo a la elaboración de las proteínas en el citoplasma.

Pero también en el núcleo se realiza la duplicación del ADN, es decir, la síntesis de dos nuevas moléculas de ADN a partir de una original.

## LA DUPLICACIÓN DE ADN

El ADN es un tipo de molécula que tiene la capacidad de **duplicación** o **replicación**, es decir, esta molécula puede generar dos idénticas a sí misma. La propiedad de duplicación permite que una molécula de ADN transmita su información a las moléculas que origina.

La duplicación del ADN se inicia con la separación de las dos cadenas de nucleótidos. Esta separación se produce simultáneamente en varios puntos de la molécula de ADN. Estos puntos se denominan **ojales de replicación**.

Cada cadena original o **parental** funciona como molde en el apareamiento de nucleótidos complementarios que se encuentran libres en el núcleo celular.

Cuando en la separación de las cadenas parentales queda sin par un nucleótido de adenina, por complementariedad entre las bases se acopla un nucleótido de timina. Cuando, en cambio, queda libre un nucleótido de citosina, se acopla por complementariedad uno de guanina. A medida que progresa la separación de las cadenas, se completa el apareamiento de nucleótidos.

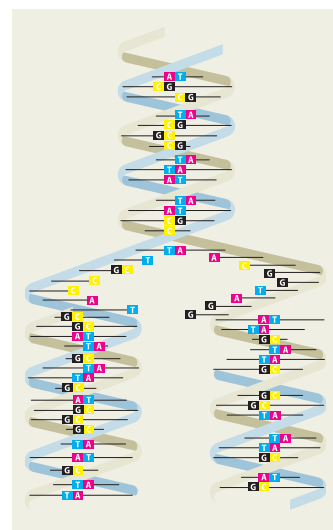
En todos los ojales de replicación se suceden los mismos hechos. Así se forman dos cadenas nuevas: una sobre cada cadena parental.

El resultado de la duplicación son dos moléculas hijas de ADN con la misma secuencia de nucleótidos de la molécula original.

Todos los procesos que ocurren durante la replicación del ADN son regulados por un complejo de enzimas específicas.

Una vez completa la replicación del ADN, se produce un segundo evento preparatorio para la división celular que consiste en el enrollamiento de las dos moléculas de ADN hijas junto con proteínas llamadas **histonas**. El ADN y las histonas constituyen el material genético de una célula eucariota, también llamado **cromatina**.

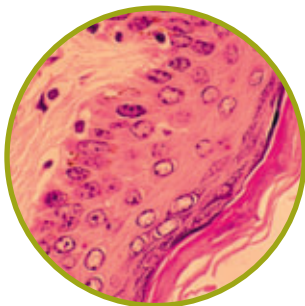
El máximo grado de compactación de la cromatina da origen a un **cromosoma**. Cada molécula hija replegada constituye en el cromosoma una **cromátida** hermana. Por lo tanto, un cromosoma duplicado consta de dos cromátidas hermanas genéticamente idénticas. Éstas se encuentran unidas entre sí en una zona denominada **centrómero**, y así permanecerán hasta promediar la división celular.



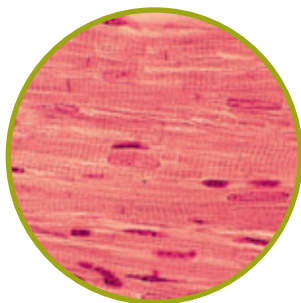
Secuencia de procesos que ocurren durante la duplicación de la molécula de ADN.

Relean la descripción de la duplicación del ADN e identifiquen cada uno de los procesos en la imagen.





Las células de la epidermis, uno de los tejidos que conforma la piel, se renuevan cada dos a cuatro semanas.



En las células musculares no ocurre la división celular.

### CON-CIENCIA EN LOS DATOS

En el ciclo celular:

- la fase S (síntesis del ADN) dura entre 6 y 8 horas;
- la fase G2 entre 2 y 4 horas;
- la mitosis se produce en una hora; y
- en células de crecimiento rápido, la fase G1 se produce en aproximadamente 24 horas.

## Ciclo celular

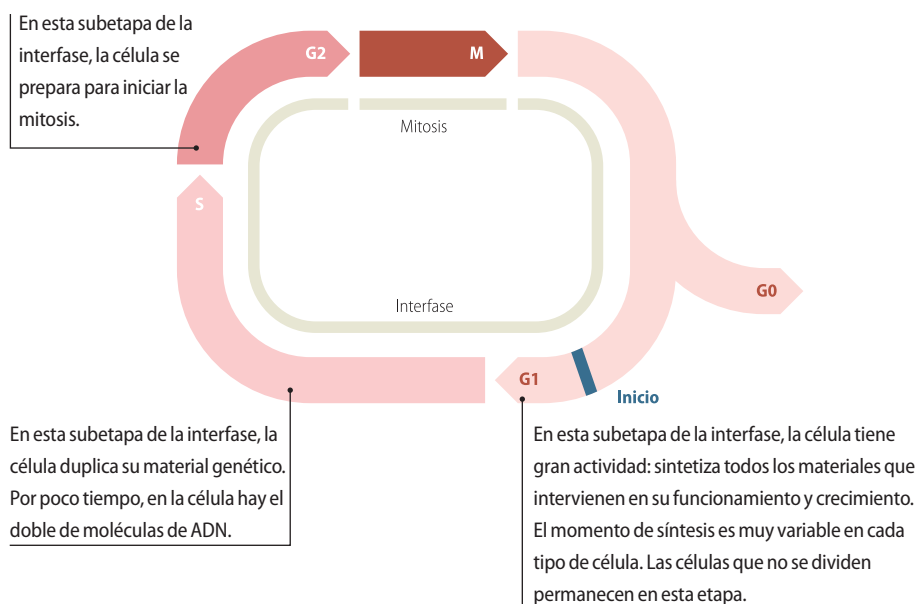
A lo largo de la vida de una célula se suceden ordenadamente un conjunto de procesos denominado **ciclo celular**. Entre los procesos que ocurren durante el período vital de una célula, se incluyen el crecimiento y división celular.

El tiempo necesario para completar el ciclo celular es variable según el tipo de célula. Algunas células se dividen intensamente, como las **células embrionarias**, y su ciclo se completa en un término de pocas horas. Otras células se dividen con menos frecuencia. Una tercera categoría de células nunca llega a completar el ciclo celular porque pierden su capacidad de división.

La **interfase** es la etapa en la que la célula pasa la mayor parte de su vida. Es el período del ciclo celular comprendido entre dos divisiones sucesivas.

Finalizada la división celular, las células hijas comienzan su etapa de interfase.

Los procesos más importantes que ocurren durante la interfase han sido identificados y denominados **subetapas G1, S y G2**.



El ciclo celular es regulado en diversos puntos de la secuencia de subetapas. Se puede comparar el avance del ciclo celular con la ejecución de un programa de lavado de un lavarropas automático, en el cual existen mecanismos de seguridad que impiden pasar al proceso siguiente hasta tanto haber completado la etapa anterior. Una falla en el proceso regulador del ciclo puede conducir a un descontrol de la división celular, afección conocida como **cáncer**.

El pasaje de una subetapa a otra está regulado por un conjunto de proteínas específicas. La activación de este sistema regulador prepara a la célula para avanzar hacia el acontecimiento previo a la mitosis: la **duplicación del material genético**. Este evento es característico del período S de la interfase.

A continuación, en el período G2, en la célula se organizan todos los materiales necesarios para entrar en la división celular.



Relean el texto de estas dos páginas y realicen un esquema conceptual para organizar la información.



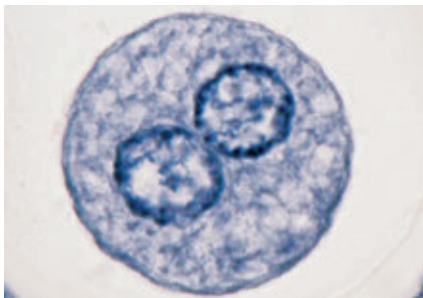
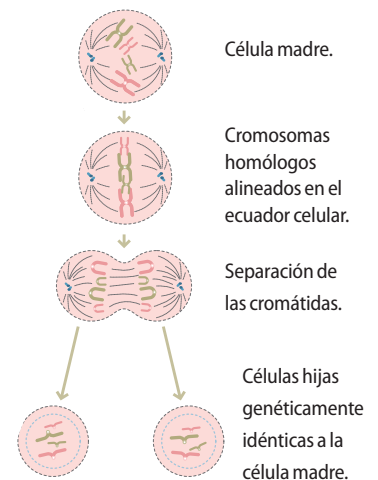
## Mitosis

De la división celular completa, la **mitosis** comprende solo la división del núcleo; la división del citoplasma celular se denomina **citocinesis**.

Los cromosomas duplicados en **interfase** se reparten entre las células resultantes del proceso de división celular. Por lo tanto la mitosis posibilita:

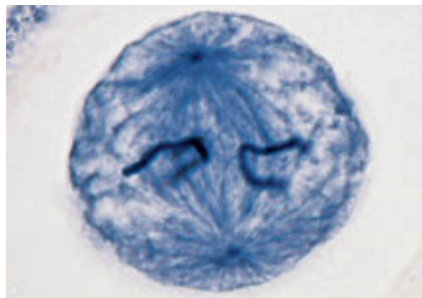
- El crecimiento del organismo debido al aumento en el tamaño y el número de las células que lo componen.
- La reparación de tejidos dañados por reposición de células muertas, manteniéndose constante el número de células que componen al organismo.

La mitosis consiste en una secuencia continua de acontecimientos que comprenden cuatro fases sucesivas: **profase**, **metafase**, **anafase** y **telofase**.



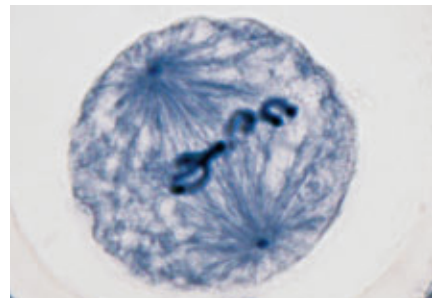
### Interfase

El material genético en estado de cromatina se duplica. La envoltura nuclear rodea y limita al contenido nuclear. Se visualiza al nucléolo. Se sintetizan los materiales que duplican al centríolo.



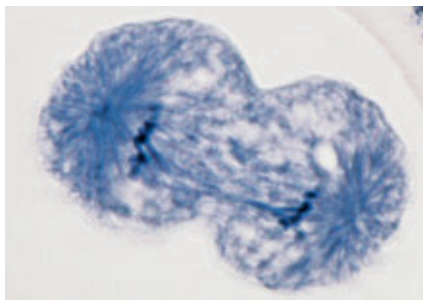
### Profase

El material genético duplicado se condensa: los cromosomas se observan constituidos por dos cromátidas hermanas. El nucléolo se desorganiza. En el citoplasma se ve un conjunto de estructuras, el **aparato mitótico**, conformado por los centríolos duplicados y las fibras del huso mitótico o acromático entre ellos.



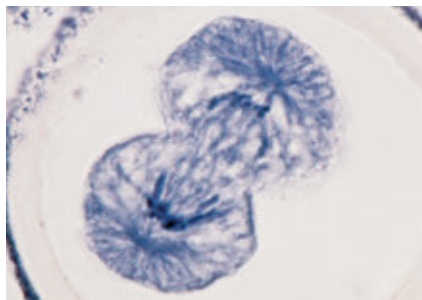
### Metafase

Los centríolos se desplazan hacia los polos opuestos de la célula. La envoltura nuclear se desorganiza por completo. Los cromosomas se disponen en el centro de la célula o plano ecuatorial. Cada cromosoma se une individualmente a una fibra del huso a través de su centrómero.



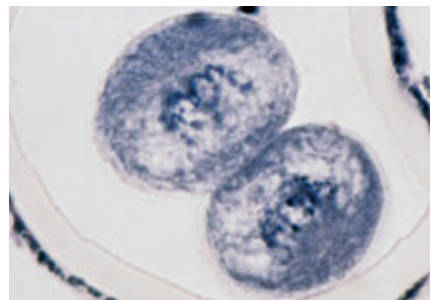
### Anafase

Se produce la separación de las cromátidas hermanas como consecuencia de la intervención del aparato mitótico

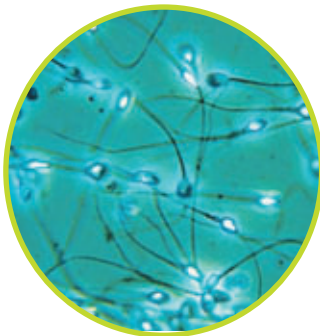


### Telofase

Las cromátidas hermanas arriban a los polos opuestos. Alrededor de cada grupo de cromátidas (ahora cromosomas hijos) se reorganiza la envoltura nuclear en cada polo de la célula, y los cromosomas se descondensen. El nucléolo vuelve a hacerse visible. El aparato mitótico se desestructura y se completa la división citoplasmática o **citocinesis**.



La citocinesis se lleva a cabo mediante un proceso de estrangulación, favorecido por la formación de un anillo contráctil en la zona media del citoplasma.



Fotomicrografía de espermatozoides en MO

## Meiosis

Todas las células que componen el organismo humano se originan por mitosis de células preexistentes. Estas células contienen 46 cromosomas y son **genéticamente idénticas entre sí**.

Las únicas células que no se originan por mitosis son las **gametas o células sexuales**, (óvulos y espermatozoides). Estas células son el producto de una división celular especial llamada meiosis y son **genéticamente diferentes entre sí**.

En los humanos, los óvulos y los espermatozoides poseen solo **23 cromosomas** de los 46 presentes en el resto de las células del cuerpo.

Cuando se produce la unión de un óvulo y un espermatozoide durante la fecundación, se origina una **célula huevo o cigota** con 46 cromosomas, que reúne la información genética de 23 cromosomas maternos y 23 cromosomas paternos.

La célula huevo se divide por mitosis y da origen a un embrión pluricelular conformado por dos grandes grupos celulares:

- **células somáticas.**
- **células germinales.**

Las células somáticas generan a todos los tipos celulares que componen al cuerpo del organismo. Las células germinales originan los órganos reproductores (ovarios o testículos) los que, a su vez, originan por meiosis las células sexuales (óvulos o espermatozoides).

Tanto las células somáticas como las germinales poseen dos juegos de cromosomas: uno aportado por el espermatozoide y uno aportado por el óvulo. Cuando una célula tiene un doble juego cromosómico se denomina **célula 2n o diploide**. Cada cromosoma del par se llama homólogo. Por lo tanto, la cigota posee 46 cromosomas, es decir, 23 pares de **cromosomas homólogos**.

El mantenimiento del número de cromosomas es posible por la reducción de la cantidad de cromosomas durante la formación de las células sexuales. Estas células tienen solo un juego de cromosomas, es decir, la mitad del número de cromosomas de las células somáticas, y se llaman **células n o haploides**.

En conclusión, la meiosis es un tipo de división celular en la cual una célula diploide origina cuatro células haploides genéticamente diferentes entre sí, que intervienen en la reproducción sexual.

La meiosis es un proceso complejo, que abarca dos divisiones celulares sucesivas:

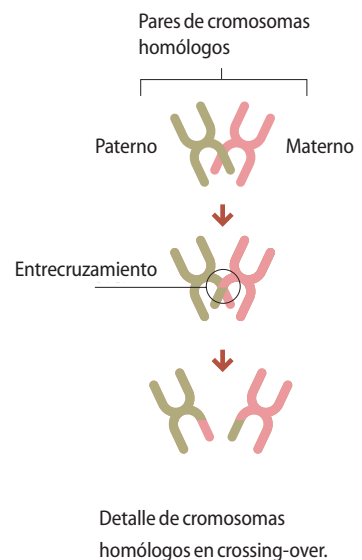
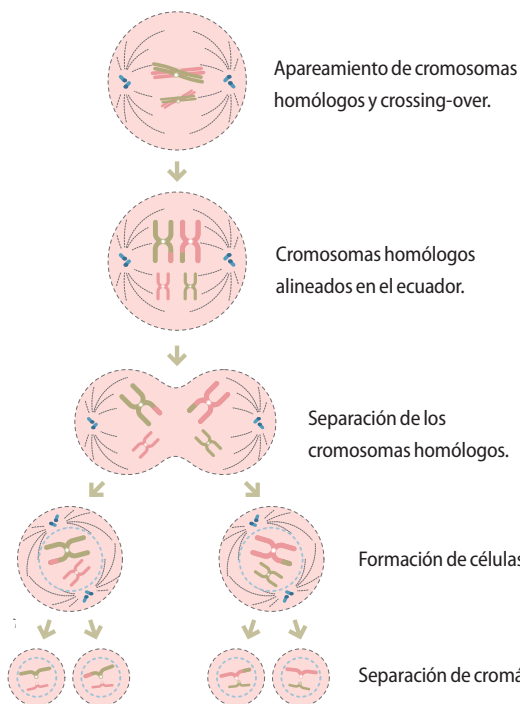
- **meiosis I**
- **meiosis II**

Como en la mitosis, se inicia previa duplicación del ADN en interfase.

Tanto en la mitosis como en la meiosis, los acontecimientos citoplasmáticos y los que afectan a la envoltura nuclear, nucleolo y condensación del material genético son idénticos.

Cuando las dos células hijas obtenidas por meiosis I completan la meiosis II, se obtienen, en total, cuatro células hijas haploides y genéticamente diferentes.

Por el contrario, en la mitosis se originan dos células hijas, que mantienen constante el número cromosómico y una información genética idéntica con respecto a la célula madre.



### Profase I

La condensación de los cromosomas duplicados ocurre mientras éstos se presentan apareados, formándose entonces pares de cromosomas homólogos duplicados (4 cromátidas). Durante el apareamiento, las cromátidas intercambian material genético en un proceso llamado **entrecruzamiento** o . Este proceso origina **variabilidad genética**, porque cada cromátida reúne información genética proveniente de otro progenitor.

### Metafase I

Cada par de cromosomas homólogos, ya recombinados y apareados, se unen por el centrómero a una fibra del huso acromático y se ubican en el plano ecuatorial de la célula.

### Anafase I

Se produce la separación de cada cromosoma del par de homólogos y se dirigen al azar uno hacia cada polo de la célula. Este fenómeno aleatorio, más la variabilidad que produce el crossing-over permite estimar que no existe probabilidad de que un individuo produzca dos células sexuales genéticamente iguales a lo largo de su vida.

### Telofase I

Los cromosomas duplicados y recombinados llegan a sus respectivos polos. A su alrededor se reorganiza la envoltura nuclear y se inicia una descondensación progresiva del material genético. Se constituyen dos núcleos hijos haploides. Simultáneamente, se inicia y completa la citocinesis.

### Profase II

Cada célula haploide originada en meiosis I, inicia la meiosis II. Durante esta división celular se separan las cromátidas y se obtienen **cromosomas simples**, como en el inicio. La profase II se inicia sin duplicación del ADN. Los cromosomas vuelven a condensarse y se repiten los mismos acontecimientos a nivel nuclear y citoplasmático que caracterizan a la profase.

### Metafase II

Cada cromosoma se une a una fibra del huso en un comportamiento independiente, similar al observado en la profase de la mitosis.

### Anafase II

Se separan las cromátidas de cada cromosoma y cada una migra hacia los polos de la célula. La separación de las cromátidas hermanas también ocurre al azar, aumentando la variación genética en las células hijas. En este momento se las considera cromosomas.

### Telofase II

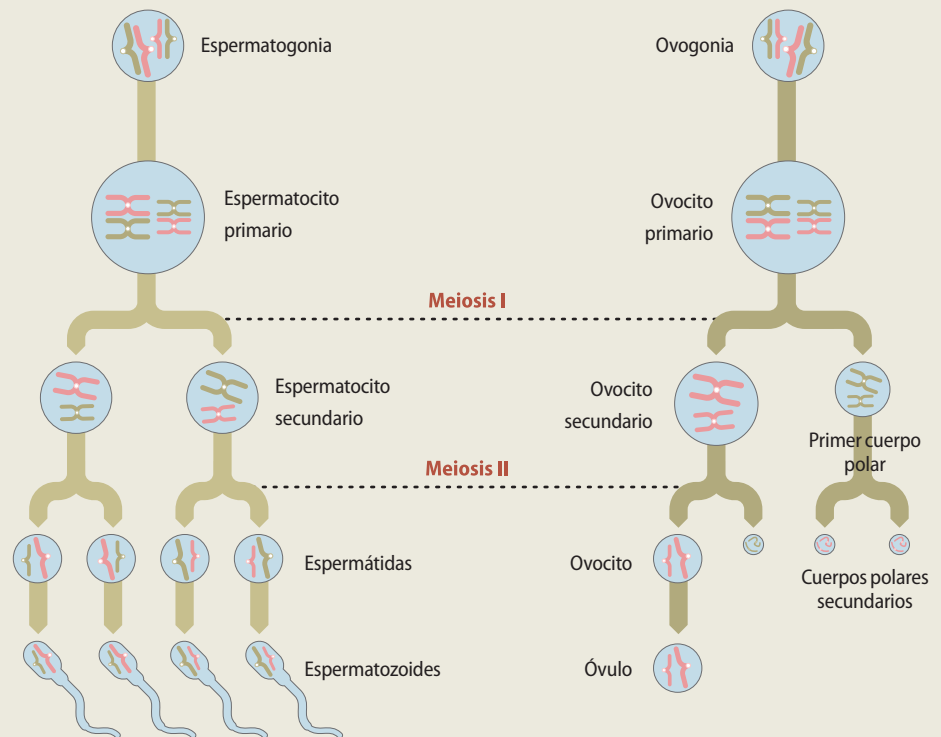
Los cromosomas que llegan a cada polo son genéticamente diferentes de los que iniciaron la división. Alrededor de cada conjunto cromosómico se forma una nueva envoltura nuclear y los cromosomas se descondensan. Se completa la citocinesis a nivel citoplasmático.

1. Relean la información de esta página y las anteriores y elaboren un cuadro comparativo entre los procesos de mitosis y meiosis.
2. Esquematicen la meiosis de una célula  $2n = 6$ .
3. ¿En qué fase la célula anterior se transforma en dos células  $n = 3$ ?
4. Esquematicen la mitosis de una célula  $2n = 6$ .



## Gametogénesis

El origen de óvulos y espermatozoides por meiosis se denomina gametogénesis. Por cada célula germinal que inicia la meiosis en el testículo, se obtienen cuatro gametas masculinas o espermatozoides, mientras que por cada célula germinal que inicia la meiosis en el ovario, se genera una sola gameta femenina funcional u óvulo. Las tres células restantes, denominadas cuerpos o glóbulos polares, presentan un citoplasma reducido y mueren pronto.



## ¿Cómo observar células reproduciéndose?



Para responder esta pregunta necesitan una cebolla colocada sobre agua durante unos días hasta que le crezcan algunas raíces, un tubo de ensayo, microscopio, porta y cubreobjetos, pinzas y agujas de disección, papel de filtro o absorbente, carmín, ácido acético y mechero. Procedimiento:

**1.** Para preparar el colorante necesario para la observación de los cromosomas, hiervan lentamente durante 1 hora, una mezcla de 100 ml de agua, 80 ml de ácido acético

glacial y 1 g de carmín puro.

**2.** Corten algunas puntas de las raíces de la cebolla.

**3.** Coloquen las puntas en el tubo de ensayo con unas gotas de carmín acético y calienten suavemente (sin hervir) durante 3 minutos.

**4.** Distribuyan las puntas sobre un portaobjetos, con una gota de carmín acético frío y aplástenlas un poco con una aguja de disección.

**5.** Coloquen el cubreobjetos sobre las puntas, apoyen un trozo de papel absorbente sobre el cubreobjetos y

presionen suavemente, sin que se desplacen los vidrios. La presión debe aplastar el material sin romper el cubreobjetos.

**6.** Observen el preparado con el microscopio, comenzando con el objetivo de menor aumento, para luego recorrer el material con mayor aumento.

**7.** Identifiquen células en las fases mitóticas, selecciónenlas y dibújenlas.

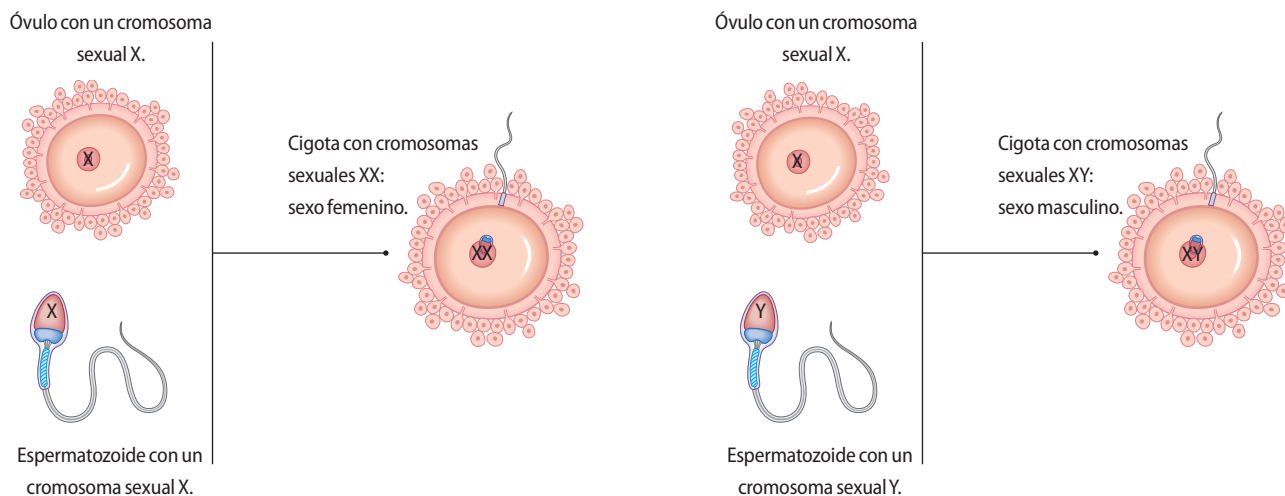
**8.** Compárenlas con las fotomicrografías de las páginas anteriores.

## DETERMINACIÓN DEL SEXO

En la especie humana, el sexo está determinado por el par de cromosomas homólogos sexuales. Cada gameta femenina porta un cromosoma sexual X, mientras que los espermatozoides pueden llevar un

cromosoma sexual X o uno Y.

Dependiendo del cromosoma sexual que porta el espermatozoide fecundante, la cigota puede resultar femenina o masculina. Por lo tanto, el sexo cromosómico queda determinado en el momento de la fecundación.



## Desequilibrios en la meiosis

Durante la gametogénesis pueden ocurrir fenómenos de **no disyunción** o no separación de cromosomas homólogos. Resultan entonces gametas con cromosomas de más o de menos, que pueden dar origen, si son viables, a cigotas aneuploides.

Se denomina **célula aneuploide** la que posee un número anormal de cromosomas. Así, durante la meiosis pueden producirse células aneuploides:

- **monosómicas**, que presentan un solo cromosoma de cierto par; o
- **trisómicas**, con un trío en lugar de un par de determinado tipo cromosómico.

Las aneuploidías pueden involucrar a cromosomas somáticos o sexuales. En general, las anomalías cromosómicas que afectan a los autosomas tienen graves consecuencias.

La aneuploidía en los seres humanos puede producir severos defectos físicos y mentales. Una de las trisomías autosómicas más frecuentes es la del par 21, también conocida como síndrome de Down.

Algunos desequilibrios en la separación de los cromosomas durante la meiosis.

CARIOTIPO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
Trisomía 13	Síndrome de Patau	Muerte a temprana edad.
Trisomía 18	Síndrome de Edwards	Muerte al año de vida.
Trisomía 21	Síndrome de Down	Pliegue palpebral característico, retardo mental.
Trisomía 22		Similar a la trisomía 21 más deformidades esqueléticas.
X0 (solo 1 X)	Síndrome de Turner o monosomía para el cromosoma X	Mujeres con ligero retardo mental y estériles.
XXY	Síndrome de Klinefelter	Varones con retraso mental, genitales poco desarrollados, crecimiento mamario y grasa corporal distribuida de manera similar a la de las mujeres.
XYY		Varones con talla mayor que el promedio y apariencia normal.
XXX	Síndrome triplo X	Mujeres generalmente fértiles, pero con irregularidades menstruales y menopausia prematura.





## 1. Después de la lectura del

### artículo I:

- a. identifiquen si responde a las características de un texto descriptivo, explicativo, argumentativo o justificativo.
- b. señalen las características que permiten identificarlo.
- c. elaboren un esquema conceptual para sistematizar la información del artículo.

## 2. Después de la lectura del

### artículo II:

- a. identifiquen si responde a las características de un texto descriptivo, explicativo, argumentativo o justificativo.
- b. señalen las características que permiten identificarlo.
- c. escriban una lista de las propiedades de los alimentos funcionales.

42 || CLARIN || SOCIEDAD || 16 DE SEPTIEMBRE DE 2003

artículo I

UN LOGRO DE CIENTÍFICOS JAPONESES A PARTIR DE CÉLULAS MADRE DE RATONES

# Crean un espermatozoide artificial

Valeria Román

La ciencia no está ahora tan lejos de ofrecer espermatozoides a hombres sin aquéllos (o con pocas cantidades) y sin que se necesite recurrir a donantes. En Japón, un grupo de investigadores consiguió por primera vez generar espermatozoides en el laboratorio a partir de células madre o no diferenciadas de embriones de ratón. El equipo conducido por Toshiaki Noce, del Instituto Ciencias de la Vida Mitsubishi Kagaku, en Tokio, publicó su esperanzador resultado en la revista *Proceedings* de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos de esta semana. Esto significa que —por lo menos en el laboratorio y con animales— se puede controlar el proceso que lleva a que células madre muy simples y sin una misión asignada aún pueden llegar a manipularse para convertirse en espermatozoide, el gameto masculino que fue descubierto en 1679 por el holandés Antoni van Leeuwenhoek. Hasta el momento, este tipo de “transformaciones manipuladas” se había logrado en otros laboratorios con células que pasaron a cumplir funciones cardíacas o musculares, entre otras. Un campo que, si bien abrió muchas perspectivas desde 1998, también generó mucho ruido (especialmente en los Estados Unidos). Esto es porque el uso de las células madre implica —en muchos casos— la destrucción de los embriones de los cuales provienen. Antes, se habían dado a conocer distintos trabajos que han dado los primeros pasos en producir óvulos a partir de células indiferenciadas. Pero nunca se había logrado con espermatozoides. “El estudio japonés permite vislumbrar

la posibilidad de hacer autotrasplantes en hombres con problemas en la producción de espermatozoides”, dijo a Clarín el doctor José Vázquez, jefe del área de Andrología del Hospital de Clínicas de la UBA. ¿Qué hizo entonces el grupo japonés? Incubó células madre del ratón con otras que producen la proteína llamada BMP4, que se sabe que estimula la formación de células madre o germinales durante el desarrollo normal del embrión. En esa mezcla, también incluyó a otra proteína que se utilizó como marcador para rastrear el camino hacia la diferenciación celular. En un día, los científicos consiguieron que algunas de las células madre se diferenciaron en células germinales primitivas. Esas células fueron a su vez implantadas en testículos. Maduraron. Y fueron espermatozoides. Normalmente, según Vázquez, las células germinales primitivas son las que van multiplicándose durante toda la vida del hombre. Algunas crean espermatozoides. “Lo interesante de esta investigación en Japón es que los científicos dieron con proteínas clave que están involucradas en la diferenciación de las células madre, para convertirlas en células germinales y después en espermatozoides”, precisó el doctor Vázquez. Para el presidente de la Sociedad Argentina de Andrología y director asociado del centro Procrearte, Gastón Rey Valzachi, “el resultado del estudio podría llegar a servir en el futuro para hombres que han pasado por quimioterapias y que sufren algún problema en la producción de espermatozoides”.

# Probióticos, prebióticos y simbióticos

## Moduladores del sistema digestivo

Jacques Robert Nicoli y Leda Quercia Vieira

Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad Federal de Minas Gerais.

El aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos es uno de los grandes problemas de la medicina. La ingestión de suplementos microbióticos vivos —probióticos—, de ingredientes alimentarios que estimulan la acción bacteriana —prebióticos— o de ambos asociados —simbióticos— mejora sensiblemente el funcionamiento intestinal.

Tanto el feto humano como el animal no contienen gérmenes pero, inmediatamente después del nacimiento, las superficies y mucosas son rápidamente colonizadas por microorganismos según una secuencia específica para cada especie. La duración de ese proceso también varía según la especie.

En un ser humano adulto hay aproximadamente 100 trillones de microorganismos, de 300 a 400 especies diferentes; esa microbiota pesa alrededor de 1,2 kg y tiene una actividad metabólica global similar a la de un hígado. Por lo tanto, la microbiota normal puede considerarse como un órgano responsable del desempeño de funciones benéficas. La protección ecológica —la cual impide la multiplicación de microorganismos patógenos—, la inmunomodulación —que permite una respuesta rápida y adecuada del sistema inmunológico ante agresiones infecciosas— y la contribución nutritiva —que regula la fisiología digestiva y provee vitaminas y fuentes energéticas—, son las principales funciones de la microbiota en el tracto digestivo. Es entonces fundamental que esta se instale rápidamente y que sus funciones sean preservadas.

### Los probióticos

Se denomina probióticos a los suplementos microbianos vivos que, ingeridos, mejoran el equilibrio microbiano del intestino del hospedador. Entre los probióticos más estudiados, tanto experimental como clínicamente, existen las bacterias y las levaduras. Algunos ya se comercializan como preparados que contienen uno o varios tipos de estos microorganismos vivos.

De los géneros de bacterias más investigados —*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus* y *Escherichia*—, los dos primeros son los que presentan resultados más consistentes. Los *Lactobacilli* fueron los primeros microorganismos en ser suministrados en forma viva, por vía oral, con el objetivo de producir efectos benéficos a la microbiota digestiva. A comienzos del siglo pasado, el microbiólogo ruso Elie Metchnikoff (1845-1916) sugirió el consumo de leche fermentada para modular esa microbiota. En la misma época, el microbiólogo francés Tissier observó que la microbiota fecal de recién nacidos amamantados por pecho presentaba más *Bifidobacterium* que la microbiota fecal de niños que habían recibido leche no materna, y reconoció el efecto benéfico de esa bacteria.

El género *Bifidobacterium* es típico de la microbiota que predomina en el tracto digestivo humano, y su población es muy estable. Los *Lactobacilli* son subdominantes, con poblaciones muy fluctuantes.

Los *Lactobacillus* GG permanecen viables durante su paso por el sistema digestivo, razón por la cual son indicados como bioterapéuticos.

Sin embargo, la viabilidad no es el único factor importante en la acción de un prebiótico. El nivel de población del microorganismo debe ser lo suficientemente elevado —igual o superior a los 10 millones de células por gramo de contenido— para que ejerza adecuadamente su función. La ingestión diaria de un probiótico es, por lo tanto, indispensable para mantener niveles artificialmente elevados del microorganismo en el ecosistema digestivo, permitiendo el efecto benéfico deseado.

### Prebióticos y simbióticos

Otra manera de intervenir en el equilibrio poblacional de la microbiota es por medio de los prebióticos, los cuales son ingredientes alimentarios no digeribles que promueven la salud del hospedador al estimular la acción de una bacteria benéfica —o un grupo de ellas—, en el tracto digestivo.

Recordemos que el alcaucil, la cebolla, la banana, el espárrago y la achicoria contienen naturalmente componentes con propiedades prebióticas. A su vez, los simbióticos son combinaciones de probióticos y prebióticos, o sea que los organismos vivos se ingieren con sus sustratos específicos para permitir una acción más eficaz.

Tanto los probióticos como los prebióticos son clasificados como “alimentos funcionales”, es decir, que cumplen otras funciones además de su papel nutricional.

*Revista Ciencia Hoy en línea, Volumen 13, N° 75, junio-julio 2003.*