

■ SEGMENTACIÓN

Una vez que el cigoto alcanza la fase bicelular, pasa por una serie de divisiones mitóticas que aumentan el número de células. Éstas se vuelven más pequeñas con cada segmentación y se conocen con el nombre

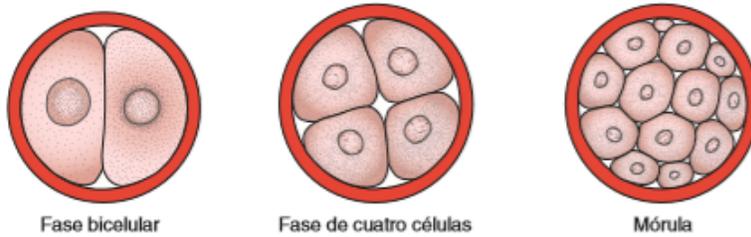


FIGURA 3.8 Desarrollo del cigoto desde la fase bicelular hasta la fase final de la mórula. Se alcanza la fase bicelular aproximadamente 30 horas después de la fecundación; la fase de cuatro células 40 horas después, la fase de 12 a 16 células a los 3 días; la fase final de la mórula a los cuatro días. Durante este periodo los blastómeros están rodeados por la zona pelúcida que desaparece al final del cuarto día.

de **blastómeros** (Fig. 3.8). Antes de la fase de ocho células forman un grupo laxo (Fig. 3.9A). Pero después de la tercera segmentación maximizan su contacto entre sí, formando una bola compacta de células mantenidas juntas por uniones herméticas (Fig. 3.9B). Este proceso de **compactación** separa las células internas de las células externas, las cuales se comunican ampliamente por uniones gap. Alrededor de 3 días después de la fecundación las células del embrión compactado vuelven a dividirse para producir una **mórula** (morita) de 16 células. Las células internas de esta estructura constituyen la **masa celular interna** y las células circundantes, la **masa celular externa**. La masa interna da origen a los tejidos propios del **embrión** y la masa externa al **trofoblasto** que más tarde contribuirá a formar la **placenta**.

■ FORMACIÓN DEL BLASTOCITO

Más o menos cuando la mórula entra en la cavidad uterina, a través de la zona pelúcida empieza a penetrar líquido en los espacios intercelulares de la masa celular interna. Poco a poco los espacios intercelulares llegan a confluir y por último aparece una cavidad: el **blastocelo** (Fig. 3.10A,B). En ese momento el embrión es un **blastocito**. Las células de la masa interna, ahora llamadas **embrioblasto**, están situadas en un polo, mientras que las de la masa externa (**trofoblasto**) se aplanan para formar la pared epitelial del blastocito (Fig. 3.10A,B). Ya desapareció la zona pelúcida, lo cual permite que comience la implantación. En el ser humano, cerca del sexto día las células trofoblásticas sobre el polo embrionario empiezan a penetrar entre las células epiteliales de la mucosa uterina (Fig. 3.10C). Estudios recientes

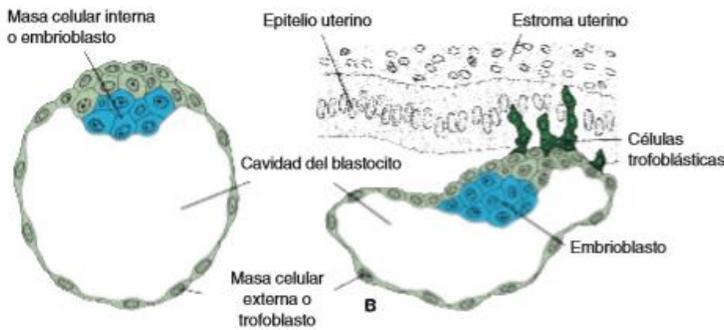
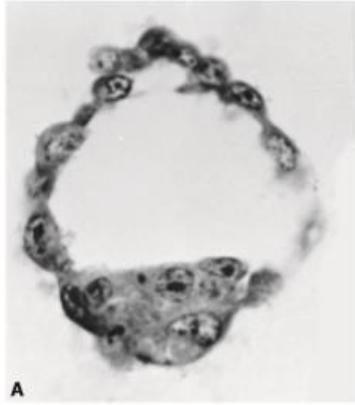


FIGURA 3.10 **A.** Sección de un blastocito humano de 107 células, que muestra la masa celular interna y las células trofoblásticas. **B.** Representación esquemática de un blastocito humano obtenido de la cavidad uterina a los 4.5 días aproximadamente. En azul, masa celular interna o embrioblasto; en verde, trofoblasto. **C.** Representación esquemática de un blastocito en el sexto día de desarrollo que muestra las células trofoblásticas en el polo embrionario del blastocito que penetra en la mucosa uterina. El blastocito humano empieza la penetración en el sexto día de desarrollo.

indican que la **L-selectina** de las células trofoblásticas y sus **receptores de carbohidratos** del epitelio uterino participan en la adherencia inicial del blastocito al útero. Las selectinas son proteínas que se unen a los carbohidratos que intervienen en las interacciones entre leucocitos y células endoteliales que permiten “capturar” los leucocitos del flujo sanguíneo. Hoy se propone un mecanismo similar en la “captura” del blastocito en la cavidad uterina por el epitelio del útero. Tras la captura mediante las selectinas, la adherencia e invasión del trofoblasto empiezan a usar las integrinas, expresadas por el trofo-

blasto y las moléculas de la matriz extracelular: la laminina y la fibronectina. Los receptores de integrina para laminina inducen la adherencia, en tanto que la fibronectina estimula la migración. Estas moléculas también interactúan en las vías de transducción de señales para regular la diferenciación del trofoblasto, de manera que la implantación es resultado de la acción conjunta del trofoblasto y el endometrio. Así pues, al final de la primera semana de desarrollo el cigoto humano pasó ya por las fases de mórula y de blastocito e inició la implantación en la mucosa uterina.

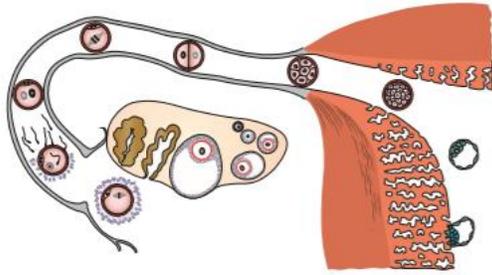
■ EL ÚTERO EN EL MOMENTO DE LA IMPLANTACIÓN

La pared de útero consta de tres capas:

1. **Endometrio** o mucosa que reviste la pared interna
2. **Miometrio**, una capa gruesa de músculo liso
3. **Perimetrio**, la capa peritoneal que recubre la pared externa (Fig. 3.11)

Desde la pubertad (de 11 a 13 años de edad) hasta la menopausia (de 45 a 50 años de edad) el endometrio experimenta cambios en un ciclo aproximado de 28 días bajo el control hormonal de los ovarios. Durante este ciclo menstrual el endometrio pasa por tres etapas:

1. **Fase proliferativa**
2. **Fase secretora o progestacional**
3. **Fase menstrual** (Figs. 3.12 y 3.13)



La fase proliferativa empieza al final del ciclo menstrual, está bajo la influencia del estrógeno y coincide con el crecimiento de los folículos ováricos. La fase secretoria comienza unos 2 a 3 días después de la ovulación en respuesta a la progesterona producida por el cuerpo lúteo. Si la fecundación no tiene lugar, el

desprendimiento del endometrio (capas compactas y esponjosas) marca el inicio de la fase menstrual. Si tiene lugar, el endometrio participa en la implantación y en la formación de la placenta. Más tarde durante la gestación la placenta produce hormonas y el cuerpo lúteo degenera.

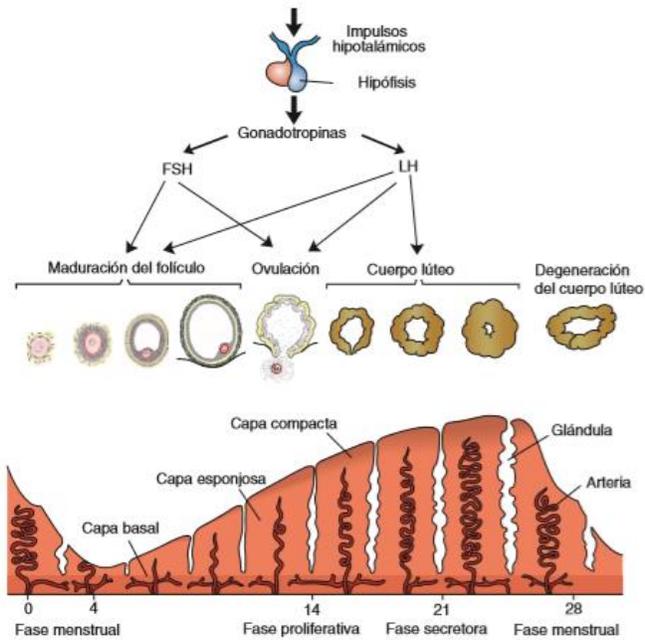


FIGURA 3.13 Cambios en la mucosa uterina [endometrio] y cambios correspondientes en el ovario durante un ciclo menstrual regular sin fecundación.

En el momento de la implantación la mucosa del útero está en la fase secretora (Fig. 3.12), durante la cual las glándulas y arterias del útero se enrollan y el tejido aparece muy nutrido. En consecuencia, se distinguen tres capas en el endometrio: una **capa compacta** superficial, una **capa esponjosa** intermedia y una **capa basal** delgada (Fig. 3.12). En condiciones normales, el blastocito humano se implanta en el endometrio a lo largo de la pared anterior o posterior del cuerpo del útero, donde se incrusta entre las aberturas de las glándulas (Fig. 3.12).

Si no se fecunda el ovocito, las vénulas y los espacios sinusoidales van compactándose gradualmente con las células sanguíneas, observándose una diapedesis extensa de la sangre en el tejido. Al empezar la **fase menstrual**, la sangre escapa de las arterias, rompiéndose fragmentos del estroma y de las glándulas. En los 3 o 4 días siguientes, las capas compacta y esponjosa se expulsan del útero; la capa basal es la única parte del endometrio que se conserva (Fig. 3.13). Esta capa, que está irrigada por sus propias

arterias –las **arterias basales**– funciona como capa regenerativa en la reconstrucción de las glándulas y arterias durante la **fase proliferativa** (Fig. 3.13).

RESUMEN

En cada ciclo ovárico varios folículos primarios empiezan a crecer, pero en general solamente uno alcanza la madurez plena y sólo un ovocito se libera durante la **ovulación**. En ésta el ovocito está en **metafase** de la **segunda división meiótica**; lo rodean la zona pelúcida y algunas células granulosas (Fig. 3.4). La acción de barrido de las fimbrias de las trompas de Falopio lo introducen en ellas.

Para que los espermatozoides fecunden al ovocito, es necesario que experimente varios procesos:

1. **Capacitación**, periodo en que una capa de glucoproteínas y de plasma seminal se eliminan en la cabeza del espermatozoide