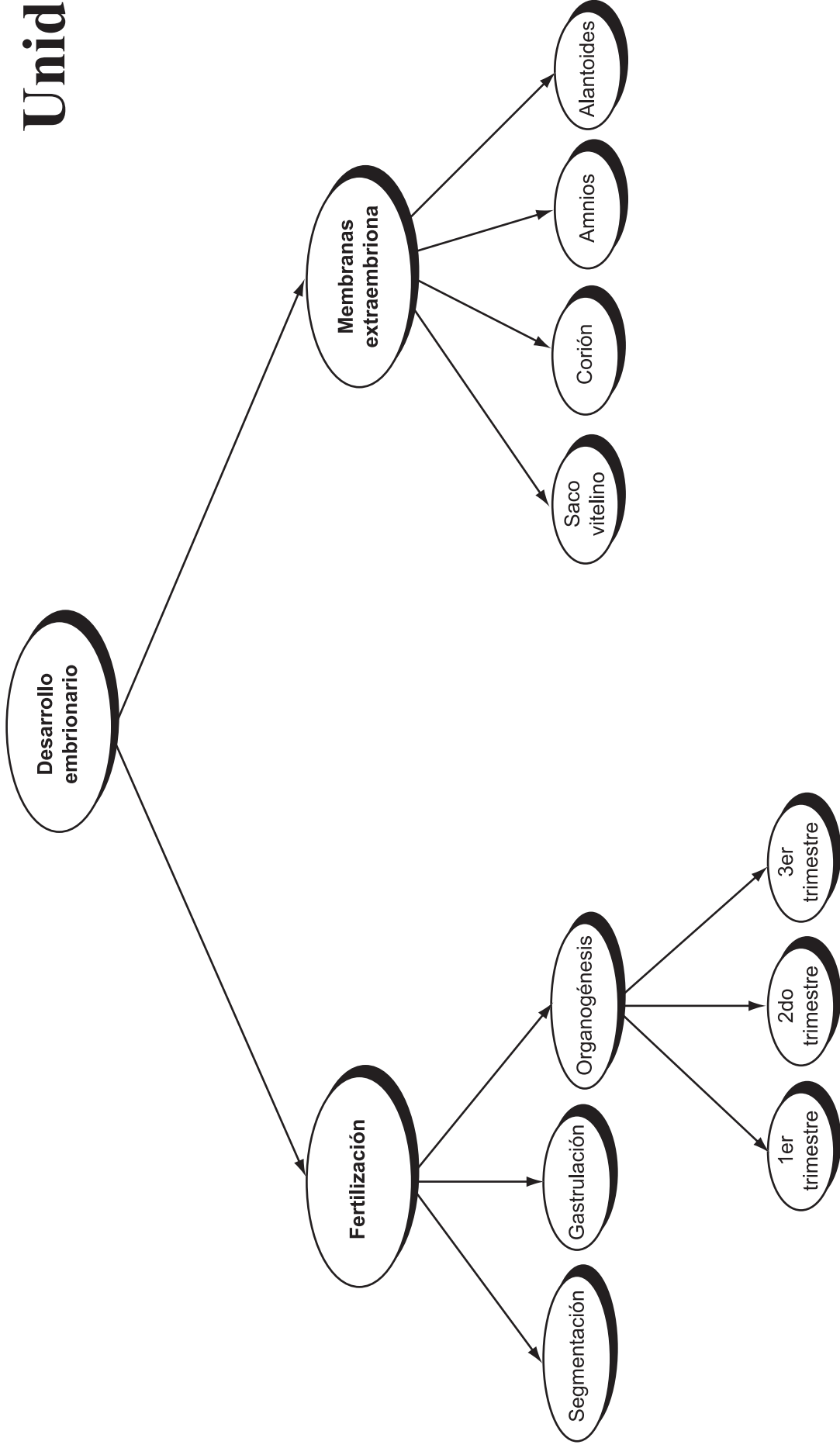


Unidad 3



Unidad 3

Desarrollo embrionario humano

Objetivos

Al finalizar la unidad, el alumno:

- Describirá las tres primeras etapas del desarrollo embrionario.
- Identificará las capas embrionarias y algunos de los órganos que originan.
- Identificará las membranas extraembrionarias.
- Explicará la formación de los principales órganos durante el transcurso de las diferentes etapas de la gestación.

Introducción

En la unidad anterior conociste las primeras etapas de la reproducción de los mamíferos, la cual estuvo enfocada en el humano. Conocimos la formación de gametos, la fertilización del ovocito y las primeras etapas en la división del cigoto hasta el momento anterior a su implantación en el útero.

En esta unidad obtendrás la información de la serie de notables acontecimientos que transforman a una sola célula en un organismo completo y que preceden al nacimiento de cada individuo humano.

3.1. Primeros sucesos después de la fertilización

Como se mencionó en la unidad anterior, en las primeras etapas después de la fertilización del ovocito no hay un aumento en el tamaño de éste. Durante los primeros tres días el cigoto desciende por el oviducto y en este lapso ocurren divisiones que dan por resultado la formación de un conjunto de ocho células, cada vez más pequeñas, llamadas blastómeros. Cada blastómero recibe su juego completo de cromosomas por sucesivas divisiones mitóticas.

Blastómero. *Una de las muchas células producidas por la segmentación del cigoto.*

Con el objeto de facilitar el estudio del desarrollo embrionario, se ha hecho una división en la que se pueden distinguir tres etapas principales: segmentación, gastrulación y organogénesis.

3.1.1. Segmentación

La segmentación ocurre durante los primeros días después de la fertilización. La célula no aumenta de tamaño, pero sí se divide varias veces (figura 3.1, b)). A esta etapa, cuando el embrión está formado por un conjunto aproximado de 12 a 16 blastómeros, se le llama **mórula**. El siguiente paso da como resultado lo que se conoce como **blastocisto**, que es el conjunto de células con una cavidad llena de fluido en el centro. Alrededor del cuarto día después de la fecundación, aparecen espacios entre las células centrales de la mórula. Luego un líquido fluye hacia estos espacios y permite la separación de las células en dos porciones (figura 3.1, c) y d)):

¿Cómo se forma el blastocisto?

1. Una capa de células externas denominada **trofoblasto** del cual se originará la placenta.
2. Un grupo de células localizadas en un polo, conocida como **masa celular interna** o **embrioblasto**, que originará al embrión.

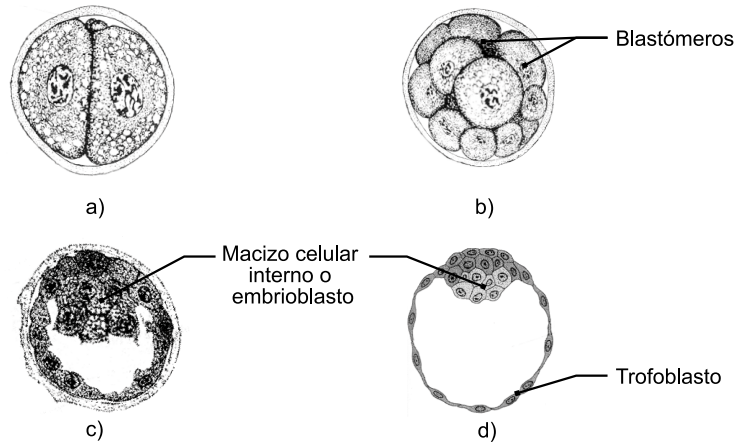


Figura 3.1. Microfotografía de la segmentación de un cigoto humano. a) Dos blastómeros. b) 12 blastómeros. c) Blastocisto de 57 células. d) Blastocisto de 107 células.

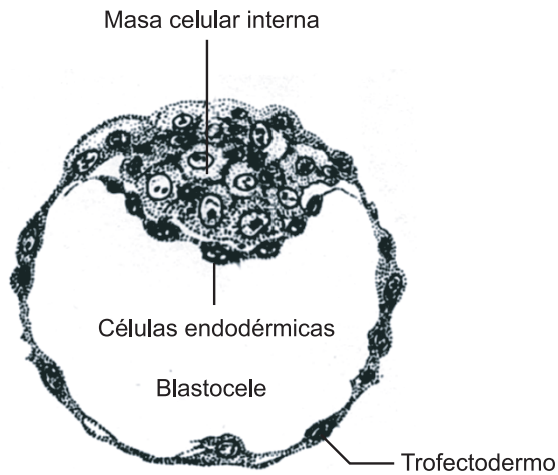


Figura 3.2. Esquema de un blastocisto con la masa de células en su interior.

Segmentación. Las sucesivas divisiones celulares del cigoto para formar un blastocisto multicelular.

El líquido dentro de los espacios se fusiona para formar una sola cavidad denominada cavidad del blastocisto. Después de seis días de la fecundación el blastocisto se fija al epitelio endometrial (figura 3.3), por lo regular del lado en que se encuentra la masa celular interna y con la formación de proyecciones de forma digitiforme por el trofoblasto (figura 3.4). Es ahí donde se libera una hormona llamada gonadotropina coriónica humana, la cual estimula al cuerpo lúteo para la producción de progesterona y estrógenos para conservar al endometrio en condiciones adecuadas para que continúe el embarazo.

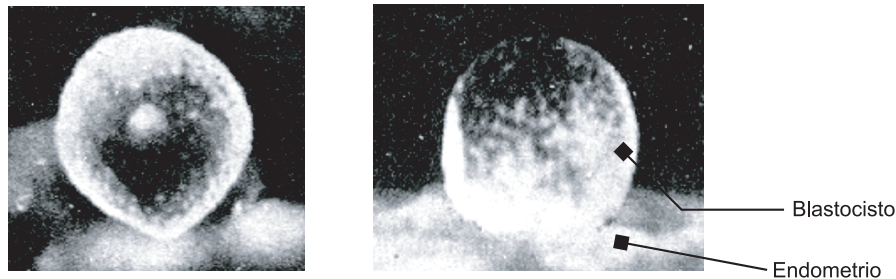


Figura 3.3. Implantación del embrión.

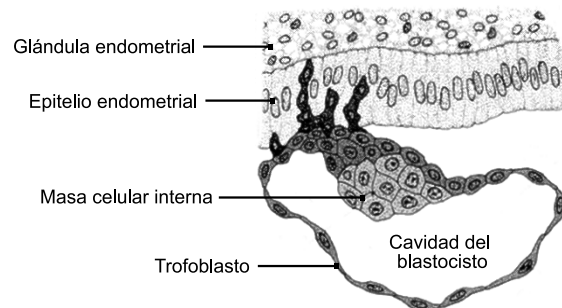


Figura 3.4. Fotomicrografía y esquema de un blastocisto implantado en el útero. Se observa la invasión de las células del trofoblasto hacia el endometrio.

De la masa celular interna se diferencian, al principio, dos capas o estratos celulares: de las células del blastocisto se forma una capa delgada que por proliferación y desplazamiento de células reviste dicha cavidad, originando el denominado **hipoblasto**, o endodermo primitivo. El resto de células de la masa celular interna formarán al **epiblasto** (figura 3.5).

3.1.2. Gastrulación

El proceso por el cual la masa celular interna se convierte en un disco embrionario trilaminar es denominado **gastrulación**. Se caracteriza por la formación de la **línea primitiva** y tres capas germinales (ectodermo, mesodermo y endodermo), de las cuales se derivan todos los tejidos y órganos del embrión en desarrollo.

La gastrulación se inicia con la formación del hipoblasto y el epiblasto a partir de la masa celular interna. La parte superior de la masa celular interna empieza a separarse del trofoblasto que se adhirió al epitelio endometrial y genera un espacio que permite el inicio de la cavidad amniótica. Esta cavidad es recubierta por células procedentes del trofoblasto adyacente y forman una membrana (amniótica), que como veremos más adelante es una de las membranas extraembrionarias.

Al mismo tiempo se presentan cambios morfológicos en la masa celular interna: se va agrupando y formando una placa plana, esencialmente circular, denominada disco embrionario, formada por el hipoblasto y epiblasto.

De esta manera, el disco embrionario queda ubicado entre dos cavidades:

1. La **cavidad amniótica** por arriba del epiblasto, el cual forma el piso de dicha cavidad.
2. La **cavidad exocelómica** (antes cavidad del blastocisto), teniendo como techo al hipoblasto y recubierta de una delgada membrana exocelómica. Esta cavidad se convertirá en el **saco vitelino**.

Posteriormente, las células del trofoblasto se desplazan hacia el interior del blastocisto y se disponen laxamente entre el trofoblasto y alrededor de ambas cavidades para formar una capa denominada mesodermo extraembrionario. Este mesodermo presenta espacios entre sus células, que se van haciendo más grandes rápidamente y se fusionan para formar una gran cavidad denominada celoma extraembrionario y que rodea al amnios y al saco vitelino, quedando ambas cavidades recubiertas por una capa de mesodermo extraembrionario.

Gastrulación. *Etapa del desarrollo durante la cual la blástula se transforma en un embrión de tres capas.*

Al inicio de la tercera semana aparece caudalmente en la línea media del disco embrionario, en su parte superior, una línea gruesa formada por epiblasto (ectodermo), conocida como línea primitiva o raya germinal. Ésta es resultado de la proliferación y acumulación de células epiblasticas en el disco embrionario.

Esta línea aparece en forma de cauda y crece en sentido cefálico alargando el disco. De manera concomitante, un surco se desarrolla en la línea media primitiva. Poco después de que se forma la línea primitiva, las células de capas profundas del epiblasto se separan y se disponen entre el epiblasto y el hipoblasto, dando origen a una red helongada de tejido denominado mesénquima que se transformará en el mesodermo intraembrionario. De aquí que el epiblasto forme al ectodermo y el hipoblasto al endodermo, los cuales junto con el mesodermo forman el disco trilaminar embrionario.

¿Cuáles son las tres capas embrionarias?

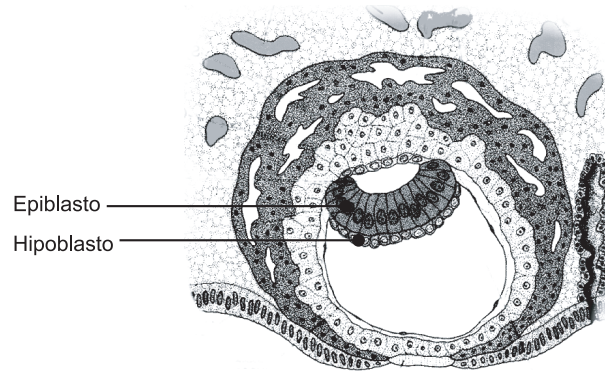


Figura 3.5. Esquema de la formación del endodermo. Se observa el blastocisto implantado en el endometrio. El embrioblasto, transformado en el disco embrionario, consta del epiblasto y el hipoblasto, el cual se transformará en el endodermo.

El ectodermo es la capa que origina el sistema nervioso y la epidermis. Del mesodermo se originan varios órganos y tejidos importantes, como el sistema circulatorio, la parte profunda de la piel, los músculos, huesos y cartílagos, el corazón, los vasos sanguíneos, riñones y gónadas. Por último, a partir del endodermo se desarrollan los pulmones, el hígado, el páncreas, las glándulas salivales y la parte interna del tracto digestivo.

¿A qué sistema da origen el ectodermo?

Ectodermo	Mesodermo	Endodermo
Epidermis: <ul style="list-style-type: none"> Glándulas cutáneas, pelo y uñas. Epitelio de: <ul style="list-style-type: none"> Órganos de los sentidos: cavidad nasal, boca (glándulas; esmalte). Canal anal. Sistema nervioso: <ul style="list-style-type: none"> Hipófisis. Pineal. 	Músculo. <ul style="list-style-type: none"> Tejido conjuntivo, cartílago, hueso. Sangre, médula ósea. Tejido linfoide. Epitelio de: <ul style="list-style-type: none"> Vasos sanguíneos y linfáticos. Cavidades del cuerpo. Riñones, uréter. Gónadas, ductos genitales. Corteza suprarrenal. 	Epitelio de: <ul style="list-style-type: none"> Faringe, raíz de la lengua, conducto auditivo, amígdalas, paratiroides, timo. Laringe, tráquea, pulmones. Tracto digestivo, páncreas, hígado. Vejiga. Vagina. Uretra.

Tabla 3.1. Origen de tejidos a partir de las capas embrionarias del humano.

La siguiente etapa de la gastrulación es la formación de la placa neural a partir del ectodermo. Esto se puede apreciar en la figura 3.6, en la cual se muestra un corte de un embrión de 14 días ya implantado en el útero. En la figura 3.7, se ve con mayor detalle el área del disco embrionario

en donde se empieza a formar la placa neural en un embrión de 16 días. El ectodermo se engrosa por la línea media y forma la **placa neural**. Cerca del día 18, la placa neural se introduce a lo largo de su eje central para formar el **surco neural**.

De este surco neural se elevan unos bordes como labios que posteriormente se cierran formando un **tubo neural**. Entre el ectodermo y el tubo neural se forman pequeñas agrupaciones celulares que proceden originalmente de los bordes del surco neural, originando las **crestas neurales**.

El tubo neural se separará del ectodermo y formará el sistema nervioso central incluyendo al cerebro y la médula espinal (figura 3.8). De las crestas neurales se originarán neuronas y prolongaciones nerviosas, axónicas y dendríticas que formarán el sistema nervioso periférico, ganglios, nervios y terminaciones nerviosas sensitivas y motoras. En este momento, alrededor de los 21 días, ya se puede ver, en la parte anterior del embrión, un engrosamiento de lo que será la cabeza.

¿A partir de qué estructura embrionaria se forma el sistema nervioso?

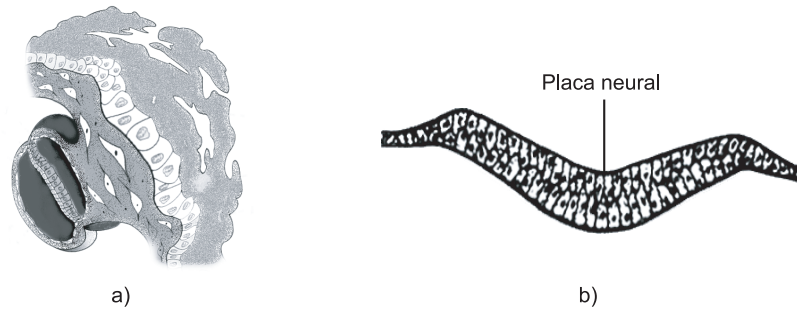


Figura 3.6. a) Esquema de un embrión de 14 días. b) Corte transversal para observar la placa neural.

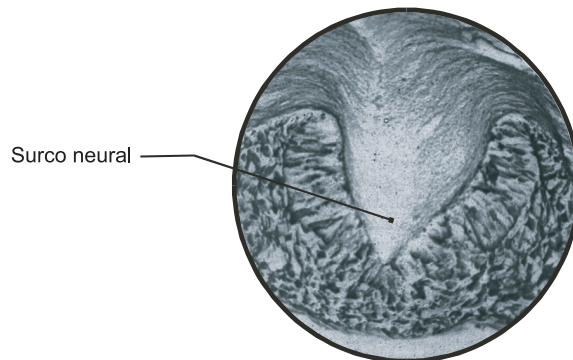


Figura 3.7. Esquema de un corte del disco embrionario para ver el surco neural.

Debajo del tubo neural se forma una estructura cilíndrica de origen mesodermal llamada **notocorda**, que le sirve al embrión como un soporte temporal, la cual posteriormente será reemplazada por la futura columna vertebral.

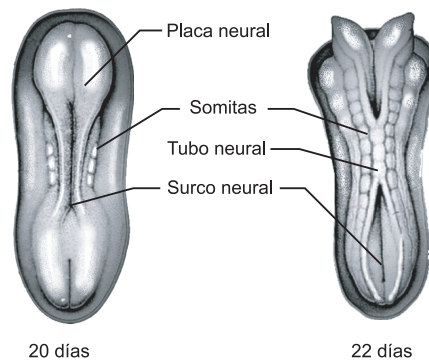


Figura 3.8. Embriones humanos de 20 y 22 días. Se empieza a cerrar el surco neural, se observa el principio del desarrollo del cerebro y aparecen las somitas.

A medida que se forma el tubo neural, el mesodermo se aplana a los lados de la notocorda y forma dos columnas longitudinales, que progresivamente se adelgazan y se dividen en cuerpos cuboidales denominados **somitas**. Las somitas originan la mayor parte del esqueleto y su musculatura.

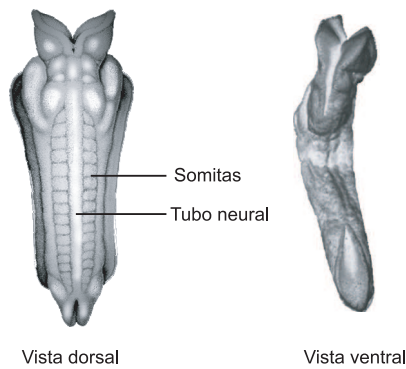


Figura 3.9. Embriones humanos de 23 días. El tubo neural está casi cerrado.

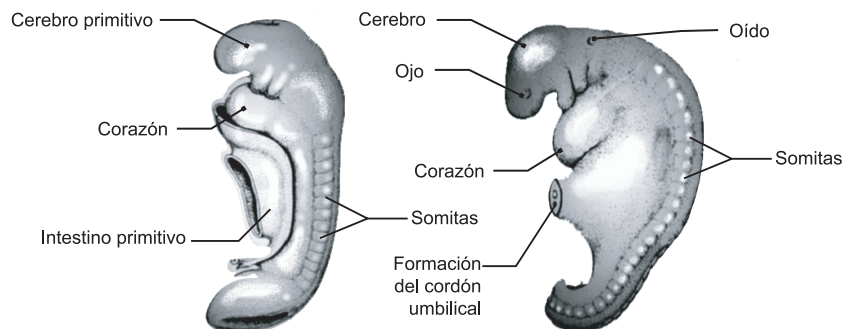


Figura 3.10. Embriones humanos de 25 y 28 días. Se ven las somitas bien formadas; el cerebro más desarrollado y las estructuras que formarán el oído, el ojo y el corazón.

3.1.3. Organogénesis

Se le conoce como organogénesis a las etapas posteriores a la segmentación y la gastrulación. Como su nombre lo indica, se refiere a la formación de los esbozos embrionarios de los cuales derivarán los diferentes tejidos y órganos. Se piensa que existe el fenómeno de inducción entre las tres capas embrionarias, por lo que a partir de este momento se disponen a crecer y a diferenciarse para constituir los diversos órganos. Éstos se forman a partir de grupos celulares diferenciados genotípica y fenotípicamente, los cuales en conjunto constituyen los esbozos embrionarios o "blastemas"; por ejemplo, el blastema del hígado, de los riñones, de los ovarios y testículos, etc. Los esbozos o blastemas de los órganos están constituidos por células funcionales específicas y por grupos celulares de origen mesodermal que le proporcionarán a las células funcionales el soporte conjuntivo.

Al comienzo de la cuarta semana el embrión tiene un encorvamiento sobre los ejes longitudinal y transversal, que convierten al disco embrionario en un cilindro en forma de "C". Durante el encorvamiento, el saco vitelino se incorpora al embrión y origina el intestino primitivo. Conforme la región cefálica se flexiona ventralmente, parte del saco vitelino se incorpora en la cabeza embrionaria y se desarrolla como boca, faringe y esófago.

A medida que el amnios se agranda por encima del ectodermo, y durante la curvatura del embrión, envuelve al saco vitelino y forma el pedículo de fijación que posteriormente se desarrollará en el cordón umbilical.

Ejercicio 1

1. La formación del blastocisto se realiza durante la:
 - a) Gastrulación.
 - b) Segmentación.
 - c) Encorvamiento.
 - d) Inducción.

2. La gastrulación es la etapa del desarrollo embrionario durante la cual se forma un embrión de tres capas:

Verdadero Falso

3. Correlaciona las columnas entre la capa germinativa y los derivados embrionarios.

a) Mesodermo.	()	Sangre.
b) Endodermo.	()	Sistema nervioso.
c) Ectodermo.	()	Tracto digestivo.

4. ¿Cuándo ocurre normalmente la implantación del embrión en el útero?

- a) A los dos días de la fertilización.
- b) A los 20 días.
- c) A los seis días.
- d) A los 15 días.

5. Las somitas dan origen a:

- a) Los intestinos.
- b) Los ganglios.
- c) El cerebro.
- d) El esqueleto y musculatura

3.2. Membranas extraembrionarias

Como has visto al estudiar los inicios del desarrollo embrionario, sólo una región del blastocisto da origen al embrión propiamente dicho; el resto (el trofoblasto) queda fuera del embrión en sí, y da origen a una serie de estructuras anexas, a las que se les ha llamado membranas o anexos extraembrionarios (figura 3.11).

Membranas extraembrionarias. Membranas formadas a partir de los tejidos extraembrionales o trofoblásticos que se encuentran por fuera del embrión y lo protegen y ayudan en su metabolismo.

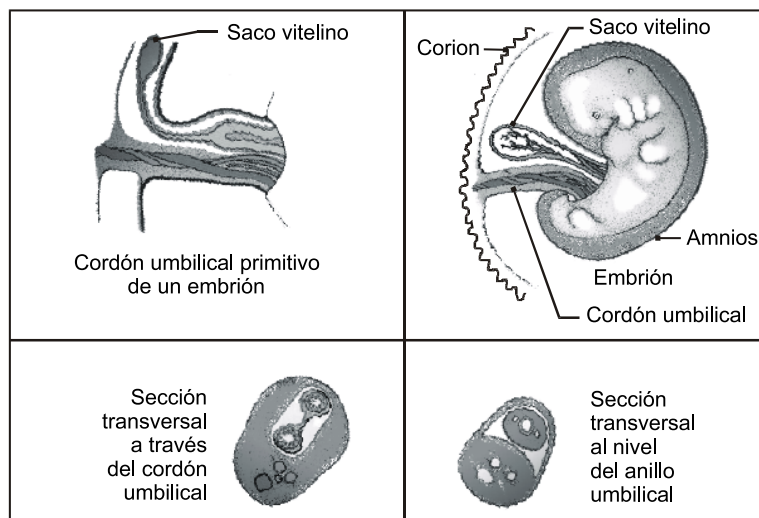


Figura 3.11. Esquema de las membranas extraembrionarias en un embrión humano de seis semanas.

Las membranas extraembrionarias son: el saco vitelino, el corion o membrana coriónica, el amnios y el alantoides. Las primeras fases de la formación de estas membranas se inician alrededor de la segunda o tercera semana después de la fertilización.

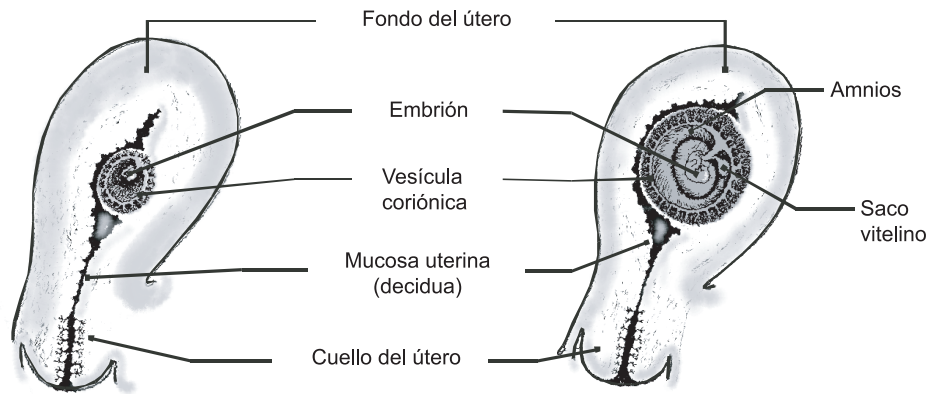


Figura 3.12. Esquema del saco vitelino y el amnios en embriones de tres y media y seis semanas.

3.2.1. Saco vitelino

El saco vitelino se origina como una capa a partir del hipoblasto. El saco vitelino es el sitio en el que se originan las células germinales del nuevo ser, se almacenan para que posteriormente se incorporen a las gónadas en desarrollo.

En un principio es una bolsita de mayor tamaño que el embrión, pero al cumplirse la quinta semana empieza a degenerar y desaparece. En ocasiones se conservan sus vestigios hasta el final de la gestación (figura 3.12).

3.2.2. Corion

Al engrosarse el trofoblasto, después de la implantación, se observa crecimiento de su tejido, el cual se va introduciendo en las capas del útero para formar el corion. El corion es una extensa membrana extraembrionaria que forma una especie de envoltura externa que rodea a las demás membranas y al embrión. Se encuentra en contacto directo con el útero donde forma una serie de estructuras digitiformes muy ramificadas y vascularizadas denominadas vellosidades coriónicas que se introducen al interior del endometrio para formar los tejidos de la placenta (figura 3.13).

Corion. Es la membrana extraembrionaria más externa en los reptiles, aves y mamíferos en desarrollo; se origina del trofoblasto y al fusionarse con el tejido materno contribuye en parte a la estructura de la placenta.

3.2.3. Amnios

El amnios es la membrana que se localiza más próxima al embrión. Como recordarás, se origina en la parte superior del epiblasto. La membrana del amnios encierra un líquido salino llamado líquido amniótico en cuyo interior flota el embrión. Su función es amortiguar los golpes y movimientos externos, también controla la presión y permite que el feto cambie de posición libremente (figuras 3.11, 3.12 y 3.13).

Amnios. Una de las cuatro membranas extraembrionarias. Encierra un espacio lleno de líquido amniótico que rodea al embrión.

3.2.4. Alantoides

Existe otra membrana llamada **alantoides**, la cual en los mamíferos es poco desarrollada. Se origina como una pequeña saliente que emerge de la porción posterior del saco vitelino. Funciona como una vejiga urinaria primitiva. A través de ella, el embrión almacena desechos como la urea y amoniaco. El alantoides a través de un delgado pedículo forma parte del cordón umbilical (figura 3.11).

¿Cuáles son las membranas extraembrionarias?

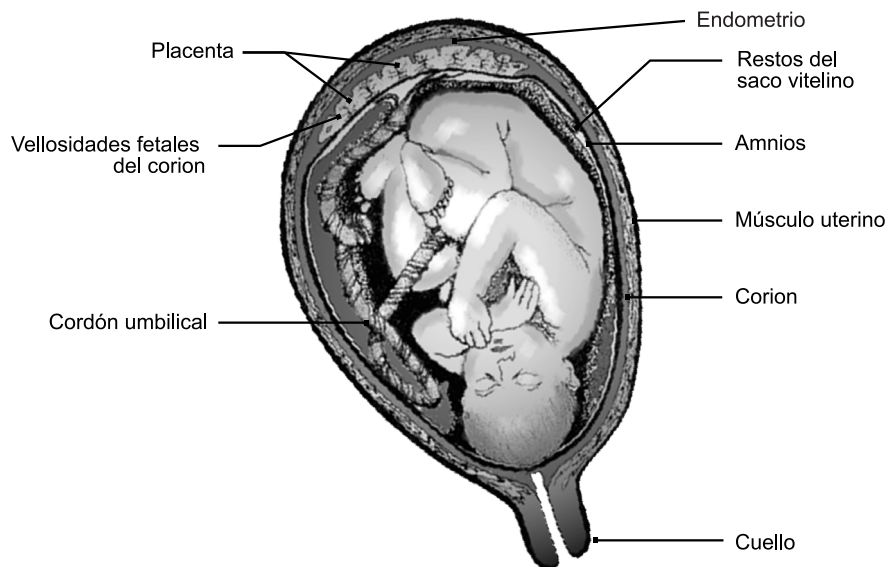


Figura 3.13. Feto humano poco antes del nacimiento. Se pueden apreciar las membranas y los tejidos que le rodean.

3.2.5. La placenta

La **placenta** es un órgano de intercambio metabólico que existe entre el embrión y la madre (figura 3.13). Esta estructura se encuentra ya formada, como un disco esponjoso, a los 22 días de gestación y sirve, dentro de este intercambio como un órgano endocrino pues, además de proporcionarle al embrión oxígeno y nutrientes y librarlo de sus desechos, también sintetiza y secreta las denominadas gonadotropinas coriónicas.

La placenta se forma al interactuar el endometrio del útero de la madre con el corion del embrión. Sin embargo, el sistema circulatorio de la madre no se conecta directamente al del embrión, sino que las sustancias nutritivas contenidas en la sangre materna se difunden a los vasos sanguíneos localizados en el interior de las vellosidades coriónicas y se incorporan al torrente circulatorio del embrión, ya que los vasos sanguíneos coriónicos se reúnen para formar las venas umbilicales (vasos extraembrionarios) mismas que conducen sangre al interior del embrión. A través de la placenta, el embrión recibe oxígeno y nutrientes. De igual manera conducida por la arteria umbilical, proveniente del sistema circulatorio embrionario, salen los desechos y el CO_2 del embrión hacia el torrente sanguíneo de la madre.

En la figura 3.14, puede apreciarse que en la placenta existen estructuras llamadas vellosidades coriónicas que se proyectan hacia el espacio donde se encuentra la sangre materna. En este espacio se lleva a cabo el intercambio de materiales (de nutrición y de desecho del embrión) entre la sangre fetal y la materna sin que ocurra una mezcla de las células sanguíneas de la madre con las del embrión.

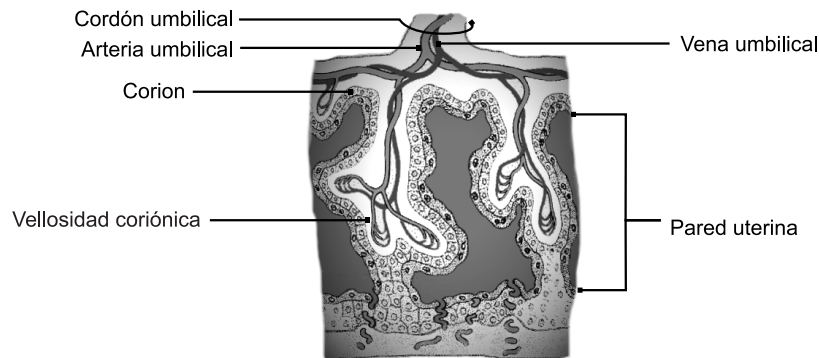


Figura 3.14. Esquema de un segmento de placenta. Se proyectan vellosidades coriónicas al espacio de la sangre materna del endometrio, que presenta gran cantidad de vasos. A través de esa delgada barrera de los vasos sanguíneos de la madre ocurre el intercambio. Oxígeno, agua, sales minerales pasan a la vena umbilical desde la sangre de la madre. El CO_2 y los desechos pasan a la sangre de la madre desde las arterias umbilicales.

Placenta. Tejido formado al interactuar el endometrio y el corion extraembrionario; a través de ella ocurren los intercambios de nutrientes y desechos entre la sangre de la madre y la del embrión. Tiene función excretora, respiratoria y de nutrición.

Como ya se mencionó, la placenta también sirve como medio de soporte y como productora de hormonas ya que secreta progesterona y estrógenos. A partir del tercer mes de gestación, el cuerpo lúteo deja de producir dichas hormonas y se degenera. Desde ese momento dichas hormonas son producidas por la placenta.

Ejercicio 2

1. Menciona las cuatro membranas extraembrionarias:

2. ¿Dónde se origina el saco vitelino?

- a) Ectodermo.
- b) Mesodermo.
- c) Hipoblasto.
- d) Epiblasto.

3. Correlaciona las columnas dependiendo de la función de cada membrana extraembrionaria:

- | | | |
|-------------------|-----|-----------------------------------|
| a) Corion. | () | Es la capa que forma la placenta. |
| b) Amnios. | () | Forma las células germinales. |
| c) Saco vitelino. | () | Protege al embrión de golpes. |

4. ¿Qué hormonas secreta la placenta?

- a) Estrógenos y estradiol.
- b) Progesterona y estrógenos.
- c) Aldosterona y progesterona.
- d) Estradiol y progesterona.

3.3. Desarrollo del embrión humano

3.3.1. Primer trimestre

En la segunda semana de desarrollo, se empieza a observar que el embrión va formando un eje longitudinal, lo que más tarde será el eje del cuerpo. También empieza la formación de una línea dorsal primitiva y se forman las tres capas embrionarias. Para la tercera semana, el embrión llega

¿Cuál es el primer sistema en desarrollarse?

a crecer hasta 2.5 mm y es aquí cuando se empiezan a formar los órganos principales. Lo primero que se desarrolla es el sistema nervioso central y se observa como un surco neural abierto (figura 3.15).

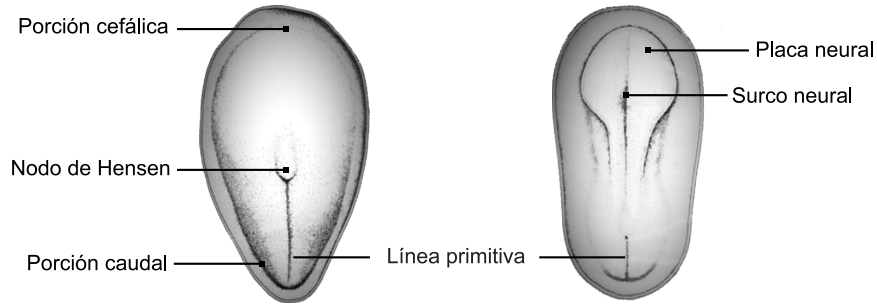


Figura 3.15. Esquemas de embriones humanos de 18 y 19 días, vistos por arriba. El disco embrionario muestra en a) la forma elongada y los extremos cefálico y caudal. b) Se observa la placa neural y el inicio del surco neural.

El sistema circulatorio se formará a partir de células localizadas en el saco vitelino que se reúnen para formar cordones celulares aislados. Estos islotes presentan cavidades, además de que se fusionan para formar redcillas de conductos. Los vasos se extienden hacia zonas adyacentes y al embrión. El corazón empieza a vibrar cerca de los 22 días y después a latir. También se empiezan a separar células germinales que darán origen a las gónadas.

Al cumplir las cuatro semanas, el embrión ya alcanzó una medida de 5 mm y el surco neural comienza a cerrarse. Se puede observar la notocorda y a sus lados las somitas, que como se mencionó son segmentos de tejido que se forman por pares a los lados del tubo neural y son las precursoras de los huesos, músculos, etc. (figuras 3.16, 3.17, 3.18).

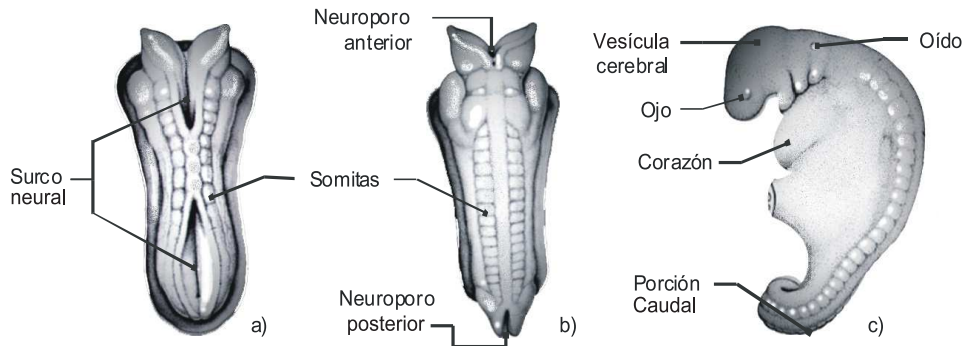


Figura 3.16. Fotografías de embriones de tres y cuatro semanas de edad. a) Se ve el surco neural abierto que empieza a cerrarse; b) totalmente cerrado y con los neuroporos cefálico y caudal abierto; c) principales esbozos embrionarios.

Cuando el embrión llega a los 38 días, las células germinales precursoras de las que se habló antes, empiezan a integrar las gónadas. Sin embargo, aún no se puede diferenciar entre el sexo masculino y el femenino.

En el transcurso del segundo mes el embrión aumenta de tamaño cerca de 500 veces y con una talla de 3 cm tiene un peso de un gramo. Desde este momento se le empieza a llamar **feto** (figura 3.18).

La proporción de la cabeza es muy grande comparada con el cuerpo. En este lapso se empiezan a formar los brazos, las manos, las piernas y los pies. Se observa también una pequeña cola como en otros animales, sin embargo, ésta desaparece al ser cubierta por otros tejidos (figura 3.19).

Al final del segundo mes se desarrollan los músculos y el feto es capaz de tener cierto movimiento. El cerebro comienza a enviar impulsos que regulan las funciones de algunos órganos y ya se aprecian algunos reflejos simples.

En esta etapa ya se empiezan a observar divisiones del tubo digestivo. El hígado en este momento ocupa un gran espacio en el feto (10% de su masa) y es el órgano que produce la sangre fetal (figuras 3.20 y 3.21).

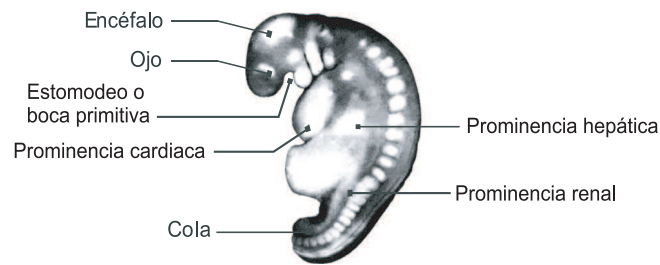


Figura 3.17. Embrión humano de cuatro semanas. Se aprecia lo que será el corazón, hígado y extremidades.

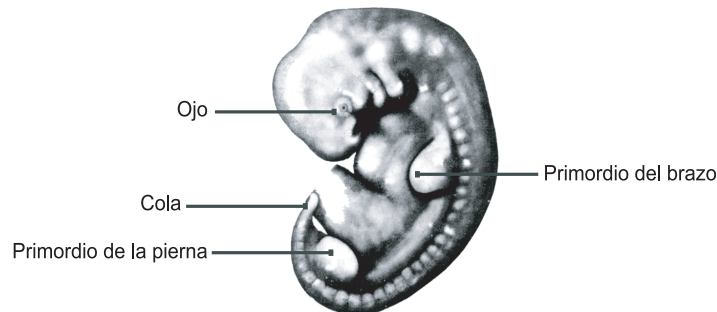


Figura 3.18. Esquema de un embrión de cinco semanas. Se pueden observar los principios de brazos y piernas y una cola.

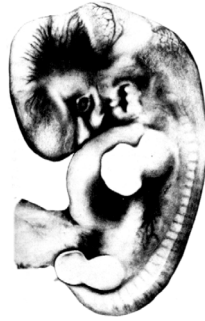


Figura 3.19. Esquema de un feto de seis semanas. Se observa la cabeza más desarrollada. Las extremidades superiores e inferiores muestran los inicios de sus componentes (brazo, antebrazo, muslo y pierna).

Prácticamente al llegar a las ocho semanas de desarrollo ya están presentes todos los órganos y sistemas importantes. El resto de la gestación será principalmente para incrementar su tamaño y permitir la maduración de los mismos (figura 3.22). En esta etapa se han diferenciado los esbozos de los órganos genitales externos, por lo que es posible, mediante ecosonografía, reconocer el sexo del producto.

Por esta razón, los primeros dos meses de embarazo son de tanta importancia, ya que cualquier factor externo, físico o químico, podría alterar de manera importante a los órganos en formación y causar daños graves y permanentes.

Actualmente se sabe que un gran número de drogas, así como el alcohol, la cafeína, los rayos X, etc., pueden ocasionar graves anomalías en el desarrollo del embrión durante este periodo.



Figura 3.20. Esquema de un feto de siete semanas, con sus membranas extraembrionarias.

Durante el tercer mes de gestación ya se pueden observar y sentir claramente algunos movimientos de piernas y brazos (figura 3.22). También se puede apreciar que el feto succiona su dedo. De este modo está desarrollando el reflejo de succión para cuando empiece a amamantarse. En este periodo se pueden ver movimientos de los ojos y de los músculos faciales.

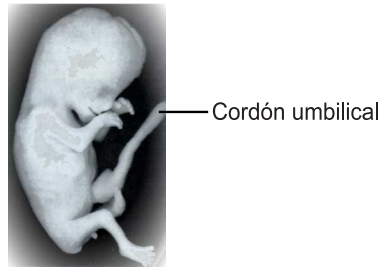


Figura 3.21. Fotografía de un feto de 11 semanas. Ya se han empezado a formar los huesos. Se ve la placenta rodeándolo. Sus pulmones inhalan y exhalan el líquido amniótico, mas no se ahoga ya que obtiene el oxígeno a través de la sangre.

Al final de las 12 semanas el feto mide unos 9 cm y pesa 15 g. En este tiempo se pueden ver bien las huellas dactilares de manos y pies, así como las líneas de la palma de la mano. Los pulmones ya se encuentran bien formados aunque aún no son funcionales. Los riñones también se ven bien formados al igual que los órganos sexuales externos, por lo que es posible reconocer el sexo.



Figura 3.22. Fotografía de un feto de 12 semanas. La cabeza se ve desproporcionadamente grande. Ya están desarrollados pies y manos, así como orejas y párpados.

Al finalizar el primer trimestre ya se han terminado de formar casi todos los sistemas y órganos principales (figura 3.23).

¿Cuándo se termina de formar la mayoría de los órganos?

3.3.2. Segundo trimestre

En el segundo trimestre el feto tiene una talla de 14 cm y pesa 115 g. En este periodo el feto se mueve libremente en el interior de la cavidad amniótica y la madre puede sentir constantemente los movimientos fetales (patadas). El sistema óseo se observa ya bien formado.

En este momento se empieza a notar una capa gruesa de grasa en toda la superficie de su cuerpo. Este material sebáceo le sirve de protección y continúa aumentando hasta el momento del nacimiento.

La placenta cubre casi el 50% del útero. Al feto, que ya alcanza una talla de 20 cm y pesa 250 g, se le puede observar pelo en la cabeza y vello en el cuerpo. Su corazón late de 120 a 160 veces por minuto y se puede escuchar fácilmente con un estetoscopio. En esta etapa empieza el proceso en que las células viejas son reemplazadas por las nuevas (figuras 3.23 y 3.24). El feto se mueve libremente en el interior de la cavidad amniótica y la madre comienza a percatarse de los movimientos fetales o "patadas".

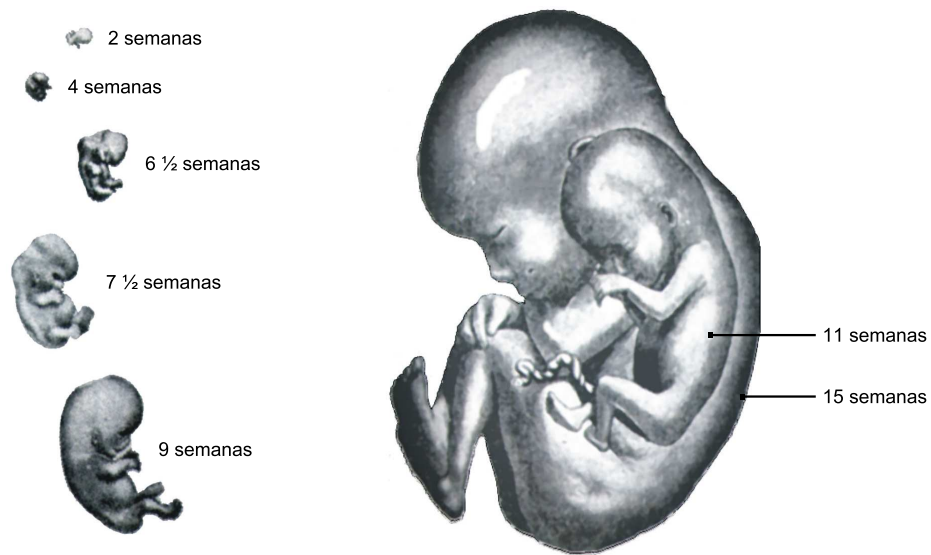


Figura 3.23. Comparación de tamaño durante los primeros meses de desarrollo.

Al sexto mes de desarrollo el feto mide ya 30 cm y tiene un peso de 680 g. A las 24 semanas el feto ya es capaz de sobrevivir fuera del cuerpo de la madre pero sólo con la ayuda de una incubadora.

Durante esta etapa se observa la formación de dentina y la cubierta protectora sebácea ya es más gruesa. El feto continuamente ingiere líquido amniótico, que al ser digerido forma un contenido intestinal llamado meconio, el cual será expulsado al exterior después del nacimiento.



Figura 3.24. Fotografía de un feto de 18 semanas. A partir de este periodo su desarrollo será progresivo.

3.3.3. Tercer trimestre

En este último periodo el feto aumenta considerablemente su tamaño, prácticamente duplicándolo. Se terminan de formar las conexiones nerviosas y aumentan en gran cantidad las células del cerebro. En este momento la nutrición materna es sumamente importante para el buen desarrollo del cerebro. Es en este lapso cuando tiene lugar la diferenciación final de los tejidos y los órganos.

Si el feto nace prematuramente en esta etapa, ya es capaz de respirar y también se mueve y llora. Sin embargo, casi siempre muere debido a que su encéfalo todavía no está lo suficientemente desarrollado para llevar a cabo las funciones vitales de respiración rítmica y regulación de la temperatura del cuerpo. Es durante el séptimo mes en que el cerebro crece rápidamente, aparecen sus circunvoluciones y se mielinizan las neuronas. Asimismo, se observa que la mayor parte del cuerpo se encuentra cubierto por un pelo muy fino llamado lanugo, el cual se desprende poco antes del nacimiento y en ocasiones hasta después del parto.

También en este tiempo es cuando la madre le empieza a proporcionar anticuerpos que serán temporales, porque al nacer los recibe a través de la leche materna y luego, como a los dos meses de edad, los empezará a producir él mismo.

En el último mes el crecimiento del feto ya es lento. Al nacer el bebé debe tener un peso mínimo de 2 500 g. Una cantidad menor es considerada de alto riesgo por bajo peso y de muerte por daño cerebral.

3.3.4. El parto

El periodo de gestación humana, que es la duración del embarazo, normalmente es de 280 días a partir de la última fecha del periodo menstrual. Los factores que inician el proceso del parto, al finalizar la gestación, todavía no se conocen con precisión.

Para calcular la fecha probable del parto se consideran, como promedio, dos semanas antes y dos semanas después de los 280 días. El parto se puede considerar dividido en tres etapas: la dilatación, la expulsión y la placentaria.

La etapa de **dilatación** es cuando se presentan las contracciones que ocasionan que se abra (o dilate) el cuello del útero. Esta etapa puede durar de 2 a 16 horas aproximadamente; las contracciones empiezan muy espaciadas y suaves presentándose cada 15 o 20 minutos. Van incrementando su intensidad hasta que al final son más fuertes y se presentan cada uno o dos minutos. Al finalizar esta etapa, el cuello del útero ya alcanza una dilatación de 10 cm. En la mayoría de los casos al término de esta etapa se da la ruptura del amnios, derramándose el líquido amniótico, el cual fluye hacia el exterior a través de la vagina. Esto sucede si dicha membrana no se ha roto antes de la dilatación. Este evento puede servir como un indicador del inicio del proceso del parto.

La segunda etapa o fase de **expulsión** es aquella en la que el feto es expulsado gracias a las fuerzas combinadas de las contracciones uterinas y las contracciones de los músculos de la pared abdominal de la madre. Esta etapa, que tiene una duración de 2 a 60 minutos, se inicia cuando el bebé asoma la cabeza (coronación) y termina con la salida completa del producto. Durante esta

etapa las contracciones continúan y son más frecuentes y fuertes, aparecen cada uno o dos minutos y tienen una duración aproximada de 60 segundos (figura 3.25).

La tercera etapa o **fase placentaria** es en la cual, al terminar el nacimiento del bebé, son eliminados la sangre y los fluidos. Posteriormente se expulsa la placenta junto con el cordón umbilical. Las contracciones continúan hasta que el útero reduce su tamaño a un tercio.



Figura 3.25. Fotografía de un modelo que muestra dos etapas en el proceso de expulsión.

Ejercicio 3

1. El sistema circulatorio inicia su formación en:
 - a) Saco vitelino.
 - b) Alantoides.
 - c) Amnios.
 - d) Corion.

2. ¿En qué periodo se pueden ver expresiones faciales en el feto?
 - a) Primer semana.
 - b) Segundo mes.
 - c) Tercer mes.
 - d) Cuarta semana.

3. ¿En qué periodo se terminan de formar las conexiones nerviosas?
 - a) En el primer trimestre.
 - b) En el segundo trimestre.
 - c) En el tercer trimestre.
 - d) Después de nacer.

4. La primera fase del parto es:
- a) La expulsión.
 - b) La placentaria.
 - c) La coronación.
 - d) La dilatación.
5. La coronación es el inicio de la fase de:
- a) Dilatación.
 - b) Expulsión.
 - c) Placentaria.
 - d) Borramiento.

Autoevaluación

1. Durante la fase de segmentación se observa lo siguiente:
- a) Aumento en el tamaño del cigoto.
 - b) El cigoto se divide únicamente dos veces.
 - c) Se forman tres capas embrionarias.
 - d) El cigoto no aumenta de tamaño, pero se divide varias veces.
2. En la fase de gastrulación ocurre lo siguiente:
- a) Se terminan de formar los diversos órganos.
 - b) Se forma un embrión de tres capas.
 - c) Se forma un blastocisto.
 - d) Se forma una mórula.
3. El epiblasto origina al ectodermo y al mesodermo:
- Verdadero Falso
4. La cavidad amniótica al formarse tiene como piso al:
- a) Corion.
 - b) Hipoblasto.
 - c) Epiblasto.
 - d) Mesenquima.

5. El tubo neural se forma a partir del surco neural:

Verdadero Falso

6. Las somitas son masas de tejido que dan origen a:

- a) El intestino.
- b) Corazón.
- c) La placenta.
- d) El músculo.

7. Después de la fertilización, normalmente la implantación del embrión en el útero ocurre:

- a) En el segundo día.
- b) En el cuarto día.
- c) En el sexto día.
- d) En el décimo día.

8. Las membranas extraembrionarias son:

- a) Corion, celoma y alantoides.
- b) Amnios, corión y alantoides.
- c) Alantoides, amnios, corión y saco vitelino.
- d) Saco vitelino, alantoides y amnios.

9. La placenta se forma por la relación entre:

- a) Endometrio y epiblasto.
- b) Trofoblasto y endometrio.
- c) Trofoblasto y mesometrio.
- d) Hipoblasto y epiblasto.

10. El sistema circulatorio inicia su formación en el saco vitelino:

Verdadero Falso

11. Las células germinales primitivas se desarrollan en:

- a) Las gónadas.
- b) El saco vitelino.
- c) El amnios.
- d) La cavidad celómica.

12. ¿Cuál es el primer sistema que se forma en el embrión?
- a) Circulatorio.
 - b) Digestivo.
 - c) Respiratorio.
 - d) Nervioso.
13. El sistema óseo se encuentra bien formado desde el:
- a) Primer trimestre.
 - b) Segundo trimestre.
 - c) Tercer trimestre.
14. ¿En qué etapa de la gestación se terminan de formar las conexiones nerviosas?
- a) Primer trimestre.
 - b) Segundo trimestre.
 - c) Tercer trimestre.

Respuestas a los ejercicios

Ejercicio 1

1. b) Segmentación.
2. Verdadero.
3. a), c), b)
4. c) A los seis días.
5. d) El esqueleto y musculatura.

Ejercicio 2

1. Amnios, corion, alantoides y saco vitelino.
2. c) Hipoblasto.
3. a), c), b)
4. b) Progesterona y estrógenos.

Ejercicio 3

1. a) Saco vitelino.
2. c) Tercer mes.
3. c) En el tercer trimestre.
4. d) La dilatación.
5. b) Expulsión.

Respuestas a la autoevaluación

1. d) El cigoto no aumenta de tamaño pero se divide varias veces.
2. b) Se forma un embrión de tres capas.
3. Verdadero.
4. c) Epiblasto.
5. Verdadero.
6. d) El músculo.
7. c) En el sexto día.
8. c) Alantoides, amnios, corion y saco vitelino.
9. b) Trofoblasto y endometrio.
10. Verdadero.
11. b) El saco vitelino.
12. d) Nervioso.
13. b) Segundo trimestre.
14. c) Tercer trimestre.