

**Biología del desarrollo**

**Tema:**

**Actividad 1**

**Profesor:**

**Dr. Guillermo del solar villarreal**

**Alumno:**

**Hever Maximiliano Ramos Roblero**

**Semestre y grupo:**

**1er. Semestre grupo "A"**



# Introducción

## 1. Fecundación

La fecundación es el proceso por el cual un espermatozoide masculino se fusiona con un óvulo femenino para formar una célula única llamada cigoto. Este proceso ocurre generalmente en la trompa de Falopio tras la ovulación. Durante la fecundación, el espermatozoide atraviesa la capa protectora del óvulo (zona pelúcida) y su material genético se combina con el del óvulo, dando lugar a un nuevo individuo con una combinación única de ADN.

## 2. Segmentación del cigoto e implantación del embrión

Después de la fecundación, el cigoto comienza a dividirse por mitosis en un proceso llamado segmentación o clivaje. Esta segmentación produce una serie de células llamadas blastómeros, que se agrupan para formar una estructura compacta llamada mórula. A medida que la mórula se sigue dividiendo, se forma una cavidad en su interior, transformándola en un blastocisto. El blastocisto es el que posteriormente se implanta en el revestimiento del útero, un proceso crucial para el desarrollo embrionario temprano.

## 3. Transporte e implantación del embrión

Tras la fecundación, el cigoto es transportado a lo largo de la trompa de Falopio hacia el útero, un proceso que dura varios días. Durante este tiempo, el cigoto sufre las divisiones celulares de la segmentación. Una vez que el embrión alcanza el estadio de blastocisto, llega al útero y se adhiere al endometrio, el revestimiento del útero, en un proceso llamado implantación. La implantación generalmente ocurre alrededor del día 6 a 10 después de la fecundación, y es fundamental para el inicio de la gestación.

## 4. Gastrulación y formación del disco embrionario

La gastrulación es un proceso que ocurre después de la implantación, durante el cual el embrión sufre cambios morfológicos importantes que conducen a la formación de las tres capas germinales: ectodermo, mesodermo y endodermo. Estas capas son responsables de generar todos los tejidos y órganos del cuerpo. Durante este proceso, también se forma el disco embrionario, una estructura bilaminar (de dos capas) que luego dará lugar a todas las estructuras del embrión.

Estos procesos son fundamentales en el desarrollo temprano y marcan el inicio de la formación del ser humano a partir de una célula única.

## Desarrollo

### Fecundación

La fecundación es el proceso mediante el cual un espermatozoide se une a un óvulo para formar una nueva célula, el cigoto. Este proceso ocurre en la ampolla de la trompa de Falopio, poco después de la ovulación. La fecundación es un evento clave en la reproducción sexual, que marca el comienzo de la vida de un nuevo organismo. A continuación, te detallo los eventos involucrados en este proceso:

#### Penetración de la corona radiada

La corona radiada es una capa de células foliculares que rodea al óvulo, y es la primera barrera que el espermatozoide debe atravesar para alcanzar el óvulo. Los espermatozoides, al llegar al óvulo, están cubiertos de una capa de enzimas hidrolíticas contenidas en el acrosoma (una vesícula en la cabeza del espermatozoide). Estas enzimas, junto con el movimiento de la cola del espermatozoide, permiten que atraviesen la corona radiada.

#### Adhesión a la zona pelúcida y penetración de la misma

Después de pasar la corona radiada, el espermatozoide llega a la **zona pelúcida**, una membrana glicoproteica que rodea al óvulo. El espermatozoide se une a un receptor específico en la zona pelúcida, lo que desencadena la **reacción acrosómica**, un proceso en el que el acrosoma libera enzimas como la hialuronidasa y la acrosina. Estas enzimas permiten que el espermatozoide degrade la zona pelúcida y abra un camino para penetrar en el óvulo. Solo un espermatozoide puede atravesar la zona pelúcida para asegurar que ocurra la fecundación.

#### Unión y fusión del espermatozoide y el óvulo

Una vez que el espermatozoide atraviesa la zona pelúcida, su membrana plasmática entra en contacto con la membrana plasmática del óvulo. Esta interacción provoca la fusión de ambas membranas, lo que permite que el núcleo del espermatozoide ingrese al citoplasma del óvulo. En este punto, el material genético del espermatozoide se combina con el del óvulo, creando un cigoto con un número diploide de cromosomas (46 en el ser humano, 23 del óvulo y 23 del espermatozoide).

#### Prevención de la polispermia

La polispermia ocurre cuando más de un espermatozoide fecunda al mismo óvulo, lo que resultaría en un número anormal de cromosomas y, por tanto, en un embrión inviable. Para prevenir esto, el óvulo activa dos mecanismos importantes tras la entrada del primer espermatozoide:

**Reacción de zona:** Después de la fusión del espermatozoide con el óvulo, la zona pelúcida se modifica químicamente. Las enzimas liberadas por gránulos corticales del óvulo alteran la estructura de la zona pelúcida, volviéndola impenetrable para otros espermatozoides.

**Bloqueo rápido:** Casi inmediatamente después de la fusión, la membrana plasmática del óvulo sufre un cambio en su potencial eléctrico, lo que evita que otros espermatozoides se unan.

### **Activación metabólica del óvulo**

La entrada del espermatozoide activa el metabolismo del óvulo, lo que es crucial para el inicio del desarrollo embrionario. El óvulo, que estaba en un estado de latencia durante la ovulación, es "despertado" por la fusión del espermatozoide, lo que desencadena una serie de cambios:

Se reanuda la segunda división meiótica del óvulo, liberándose el segundo cuerpo polar.

Se producen cambios bioquímicos que aumentan la síntesis de proteínas y el metabolismo celular.

El material genético del espermatozoide y el óvulo se preparan para la fusión en el núcleo del cigoto, lo que marca el inicio de la primera división celular y el comienzo de la vida embrionaria.

En conjunto, estos eventos permiten que un nuevo organismo comience a desarrollarse a partir de una célula única, el cigoto, que contiene la información genética completa necesaria para formar un nuevo ser humano.

La **segmentación** es el proceso temprano del desarrollo embrionario que ocurre tras la fecundación y que se caracteriza por divisiones celulares rápidas del cigoto, sin aumento en el tamaño total del embrión. Estas divisiones mitóticas resultan en la formación de células más pequeñas llamadas **blastómeros**. A continuación se describe el proceso de segmentación en detalle:

### **Primera división y formación de blastómeros**

Después de la fecundación, el cigoto entra en un período de rápidas divisiones mitóticas. La primera división ocurre aproximadamente 24-30 horas después de la fecundación, y da lugar a dos células hijas llamadas **blastómeros**. A diferencia de otras divisiones celulares, en la segmentación no se incrementa el tamaño del embrión; las células recién formadas son progresivamente más pequeñas.

### **Divisiones sucesivas**

Después de la primera división, cada blastómero se sigue dividiendo a intervalos regulares. Estas divisiones son asimétricas, lo que significa que las células se hacen cada vez más pequeñas sin aumentar el tamaño total del embrión. El cigoto pasa de tener 2 blastómeros a 4, luego a 8, y así sucesivamente.

### **Mórula (día 3-4)**

Cuando el embrión llega al estadio de 16 a 32 células, se convierte en una **mórula** (término que proviene del latín *morula*, que significa "pequeña mora" debido a su aspecto similar). En este

punto, los blastómeros están agrupados de manera compacta mediante un proceso llamado **compactación**, que les permite adherirse más estrechamente entre sí y crear una estructura esférica. La mórula se forma aproximadamente 3-4 días después de la fecundación y todavía se encuentra en la trompa de Falopio.

### **Formación del blastocisto (día 5-6)**

Una vez que el embrión llega al útero, aproximadamente en el quinto día después de la fecundación, comienza a formarse una cavidad llena de líquido dentro de la mórula, lo que da lugar a una nueva etapa llamada **blastocisto**. En el blastocisto, las células se organizan en dos partes principales:

**Trofoectodermo o trofoblasto:** la capa externa de células, que más tarde contribuirá a la formación de la placenta y otros tejidos extraembrionarios.

**Masa celular interna (MCI):** un grupo de células internas que se convertirán en el embrión propiamente dicho.

El blastocisto tiene una cavidad central llamada **blastocèle**, y está rodeado por una capa de células denominada **zona pelúcida**. Este es el estadio en el que el embrión se prepara para la implantación en el endometrio del útero.

### **Eclosión del blastocisto**

Para que el embrión pueda implantarse en el revestimiento uterino, debe salir de la zona pelúcida en un proceso llamado **eclosión**. Esto ocurre alrededor del día 6-7 después de la fecundación. El blastocisto utiliza enzimas para romper la zona pelúcida y liberar la masa celular interna, permitiendo que el embrión pueda adherirse al endometrio del útero y comenzar el proceso de **implantación**.

### **Significado de la segmentación**

La segmentación es crucial porque produce un grupo de células que eventualmente formarán todas las estructuras del embrión. A través de este proceso, se mantienen dos principios importantes:

**Totipotencia:** Durante los primeros estadios de la segmentación, los blastómeros son totipotentes, lo que significa que cada uno tiene el potencial de desarrollar un embrión completo.

**Desarrollo rápido:** Aunque el embrión no aumenta de tamaño, el número de células aumenta rápidamente, permitiendo que el embrión se prepare para la implantación y el desarrollo posterior.

El **transporte e implantación del embrión** son etapas cruciales en el desarrollo embrionario temprano, que ocurren después de la fecundación. Estos eventos aseguran que el embrión llegue al útero y se implante correctamente en el endometrio, lo cual es fundamental para el éxito de la gestación. A continuación, se detalla este proceso:

## 1. Transporte del embrión a lo largo de la trompa de Falopio

Después de la fecundación, que generalmente ocurre en la **ampolla** de la trompa de Falopio, el cigoto inicia su viaje hacia el útero. El transporte del embrión es facilitado por las contracciones musculares de la trompa de Falopio y el movimiento ciliar del epitelio que recubre la trompa. Este viaje dura entre **3 a 5 días** y es durante este tiempo que el cigoto sufre **segmentación**, dividiéndose repetidamente para formar primero una **mórula** (16-32 células) y luego un **blastocisto**.

**Día 1-3:** Durante este período, el embrión está en la trompa de Falopio, dividiéndose continuamente.

**Día 4-5:** El embrión llega al estadio de blastocisto cuando está cerca del útero. El blastocisto tiene una cavidad interna (blastocelo), una masa celular interna (que formará al embrión) y una capa de células externas (el trofoblasto), que más adelante formará la placenta.

## 2. Llegada al útero

Alrededor del **día 4-5 después de la fecundación**, el blastocisto llega a la cavidad uterina. Para este punto, el blastocisto está rodeado aún por la **zona pelúcida**, que lo protege de unirse prematuramente a las paredes del útero. A medida que el embrión se prepara para implantarse, ocurre un proceso conocido como **eclosión**, en el cual el blastocisto rompe la zona pelúcida, permitiéndole interactuar con el revestimiento del útero, el **endometrio**.

## 3. Preparación del endometrio

El éxito de la implantación depende de que el endometrio esté adecuadamente preparado. Durante el ciclo menstrual, el endometrio sufre cambios estructurales y hormonales bajo la influencia de las hormonas progesterona y estrógeno. En este punto, el endometrio se encuentra en su **fase secretora**, lo que significa que sus glándulas están activas y sus vasos sanguíneos dilatados para nutrir al embrión. Esta fase, también conocida como la "ventana de implantación", ocurre aproximadamente entre los **días 6 y 10** después de la ovulación.

## 4. Implantación del blastocisto

La **implantación** es el proceso mediante el cual el blastocisto se adhiere al endometrio y comienza a invadir el tejido uterino. Este proceso puede dividirse en tres fases principales:

### a. Aposición

En esta primera fase, el blastocisto entra en contacto leve con el endometrio. Generalmente, el lado que se adhiere es el que contiene la **masa celular interna**. En esta etapa, el blastocisto está "flotando" en la cavidad uterina, pero comienza a orientarse y posicionarse para la implantación definitiva.

## **b. Adhesión**

En esta fase, el blastocisto se adhiere firmemente al endometrio mediante interacciones entre las células del **trofoblasto** (la capa externa del blastocisto) y las células del endometrio. Las células del trofoblasto comienzan a diferenciarse en dos capas:

**Capa citotrofoblástica:** Las células internas que seguirán dividiéndose.

**Sincitiotrofoblasto:** Células externas multinucleadas que invaden activamente el tejido endometrial.

El sincitiotrofoblasto produce enzimas proteolíticas que degradan las capas superficiales del endometrio, permitiendo que el blastocisto penetre más profundamente.

## **c. Invasión**

En esta última fase, el blastocisto penetra profundamente en el endometrio. El **sincitiotrofoblasto** continúa creciendo y formando extensiones que invaden el tejido uterino. Alrededor del día 9-10 después de la fecundación, el embrión queda completamente implantado en el endometrio y cubierto por tejido endometrial, que lo rodea completamente.

A medida que avanza la implantación, las células del trofoblasto comienzan a formar **vellosidades coriónicas**, que serán fundamentales para la formación de la **placenta**. Además, el sincitiotrofoblasto empieza a secretar **gonadotropina coriónica humana (hCG)**, una hormona que mantiene la producción de progesterona por el cuerpo lúteo en los primeros meses del embarazo, hasta que la placenta pueda asumir esa función.

## **Gastrulación y formación del disco embrionario trilaminar**

La **gastrulación** es un proceso clave en el desarrollo embrionario que ocurre después de la implantación. Durante la gastrulación, el embrión, que hasta este punto era una estructura bilaminar (con dos capas), se reorganiza para formar un **disco embrionario trilaminar**, compuesto por tres capas germinales fundamentales: **ectodermo, mesodermo y endodermo**. Estas capas darán lugar a todos los tejidos y órganos del cuerpo.

### **1. Inicio de la gastrulación**

Este proceso comienza alrededor de la **tercera semana** de gestación. Se forma una estructura llamada **línea primitiva** en la superficie del epiblasto (la capa superior del disco bilaminar). La línea primitiva es el sitio donde las células del epiblasto comienzan a migrar hacia el centro del embrión y se invaginan (se introducen hacia adentro), lo que da lugar a las tres capas germinales.

## 2. Formación de las tres capas germinales

**Ectodermo:** Las células que permanecen en la parte superior del embrión forman el ectodermo, que dará lugar al sistema nervioso, piel y estructuras sensoriales.

**Mesodermo:** Las células que migran hacia el medio forman el mesodermo, que originará huesos, músculos, sistema cardiovascular, y otros tejidos conectivos.

**Endodermo:** Las células que se invaginan más profundamente formarán el endodermo, responsable de desarrollar los revestimientos internos de los sistemas digestivo y respiratorio, así como otros órganos.

## 3. Formación del disco embrionario trilaminar

Una vez establecidas las tres capas germinales, el embrión pasa a ser un **disco embrionario trilaminar**. Esta estructura es crucial porque a partir de ella se originarán todas las partes del cuerpo del futuro organismo. La gastrulación también establece la **simetría corporal** del embrión, definiendo los ejes dorsoventral, anteroposterior y lateral.



# FECUNDACIÓN

## ¿QUE ES?

Consiste en una serie de procesos mas que un unico acontecimiento Este proceso comienza cuando los espermatozoides inician la penetracion sw la corona radiada que rodea el ovulo y termina con el tremezclamiento de los cromosomas maternos y paternos tras la entrada del espermatozoide al ovulo

## CORONA RADIADA

Es una densa capa de celulas con una matriz intercelular compuesta por proteinas y elevada concentracion de hidratos de carbono en especial acido hialronico.

La cabeza del espermatozoide desempeña una función esencial en la penetracion de la corona radiada.

## ZONA PELUCIDA

Es una capa translucida que rodea al ovulo  
\*Tiene un grosor de 13 mm y consta de 4 glucoproteinas (zp1 a zp4)

Los ZP1 y ZP3 se combinan para formar unidades basicas que se polimerizan en largos filamentos.

## UNION Y FUSION

Se produce en 2 fases diferentes , 1ro se fija y despues se fusionan con su membrana plasmatica.

La union entre el espermatozoide y el ovulo tiene lugar en la region ecuatorial de la cabeza del primero contacta con las microvellosidades que rodean al segundo.

1-Estimula la conclusion de la segunda division meiotica en el ovulo  
2-Restaura en el cigoto el numero diploide normal de cromosomas  
3-El sexo

## QUE SE OBTIENE CON LA FECUNDACION

Produce la activacion metabolica del ovulo

## PRIMERAS DIVISIONES

Las primeras dos divisiones son meridionales, es decir, se dividen en el plano ecuatorial del cigoto

## SEGMENTACION

La segmentación es el proceso de división y multiplicación mitótica del cigoto, que da lugar a un embrión multicelular.

## CIGOTO

El cigoto es la célula resultante de la fecundación del óvulo por el espermatozoide.

## SEGMENTACION DEL CIGOTO

## IMPLANTACION DEL EMBRION

## CROMOSOMA X

Durante las etapas iniciales del desarrollo embrionario es el patrón de inactivación del cromosoma X en los embriones femeninos

## MORULA

La mórula es una esfera compacta de células que se encuentran rodeada por la membrana pelúcida.

## IMPRONTA PARENTAL

La impronta parental ocurre durante la gametogénesis.



## SEGMENTACION

El cigoto todavía está rodeado por la zona pelúcida y las células de la corona radiada al comienzo de la segmentación

## ETAPA INICIAL

La etapa inicial de la segmentación ocurre mientras el embrión es transportado desde el lugar de la fecundación a su sitio de implantación en el útero

## TRANSPORTE DEL EMBRION

- El embrión permanece en la parte ampular de la trompa de Falopio unos 3 días.
- Después atraviesa su porción ístmica en tan sólo 8 horas.

# TRANSPORTE E IMPLANTACION DEL EMBRION

## ZONA PELUCIDA

La zona pelúcida es una capa extracelular que rodea al óvulo y al embrión en las primeras etapas del desarrollo.

## ETAPAS DE LA IMPLANTACION

- Adhesión: El blastocisto se adhiere al epitelio endometrial
- Penetración: El trofoblasto penetra en el endometrio.
- Invasión: El trofoblasto invade el estroma endometrial.
- Reacción decidual: El estroma endometrial se transforma en tejido decidual.

- Bajo la influencia de la progesterona, la unión uterotubárica se relaja, lo que le permite entrar en la cavidad uterina.
- Dos días más tarde (6-8 días después de la fecundación) el embrión se implanta en la porción media de la pared posterior del útero.



## LINEA PRIMITIVA

Es una region donde convergen las celulas del epiblasto en una secuencia espacial y temporal

## CAPAS CELULARES

Al final de la segunda semana el embrión está constituido por 2 capas celulares planas:  
El epiblasto  
El hipoblasto

## GASTRULACION

Proceso embrionario que se caracteriza por la migración de células

# GASTRULACION Y FORMACION DEL DISCO EMBRIONARIO TRILAMINAR

## NOTOCORDA

Estructura cilíndrica celular que discurre a lo largo del eje longitudinal del embrión con una localización inmediatamente ventral al sistema nervioso central

## Conclusión

La **fecundación** es el punto de partida esencial en el desarrollo de un nuevo organismo, ya que combina el material genético de los progenitores y marca el inicio del proceso embrionario. A través de una serie de eventos altamente coordinados, desde la penetración del óvulo hasta la fusión de los núcleos y la activación del cigoto, se garantiza la creación de una nueva célula con características genéticas únicas. Este proceso no solo determina el inicio de la vida, sino que también asegura la correcta formación genética y la viabilidad del embrión, siendo crucial para la continuidad de las especies.