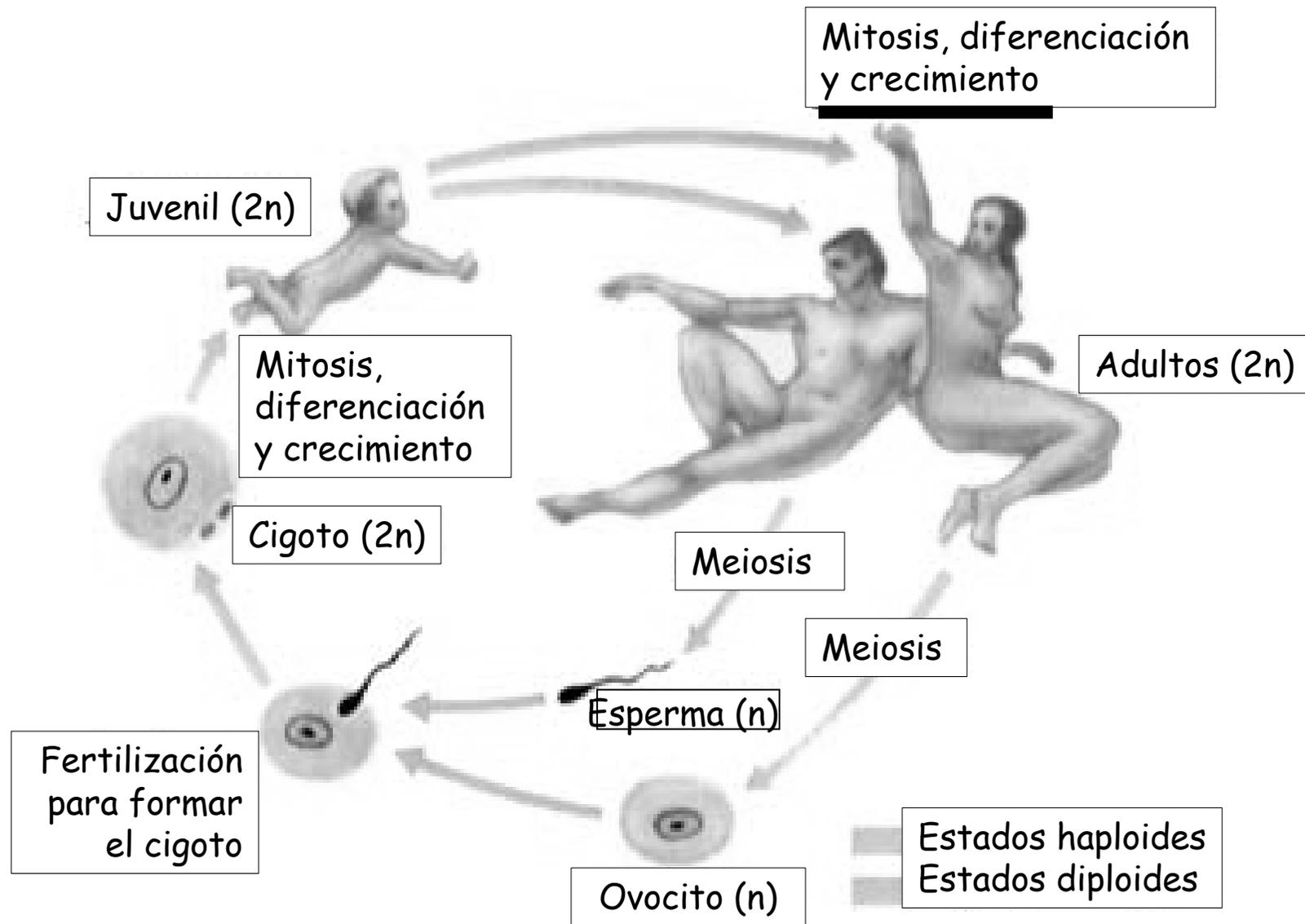


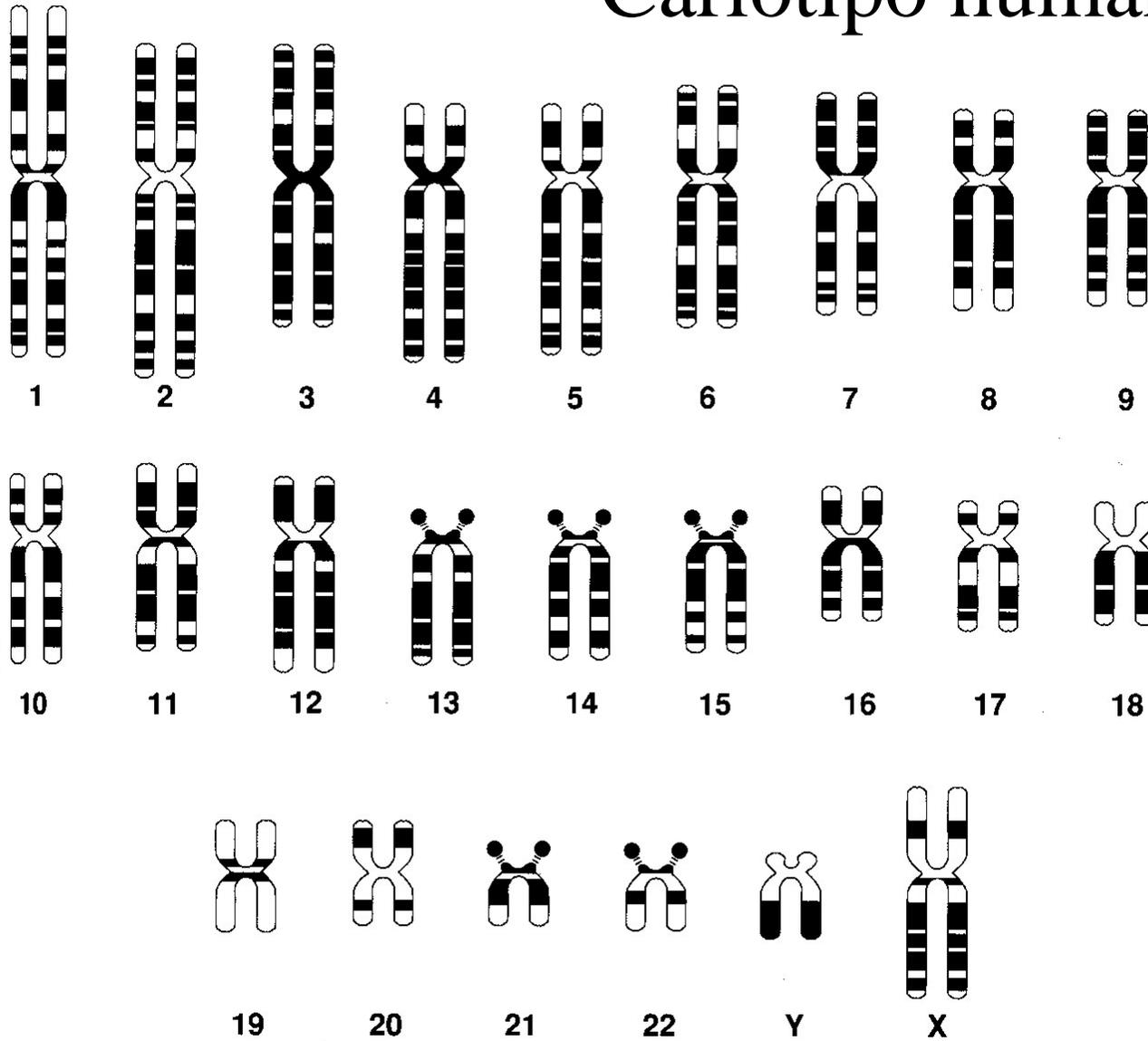
# Embriogénesis humana

Desarrollo desde la  
primera célula hasta ...

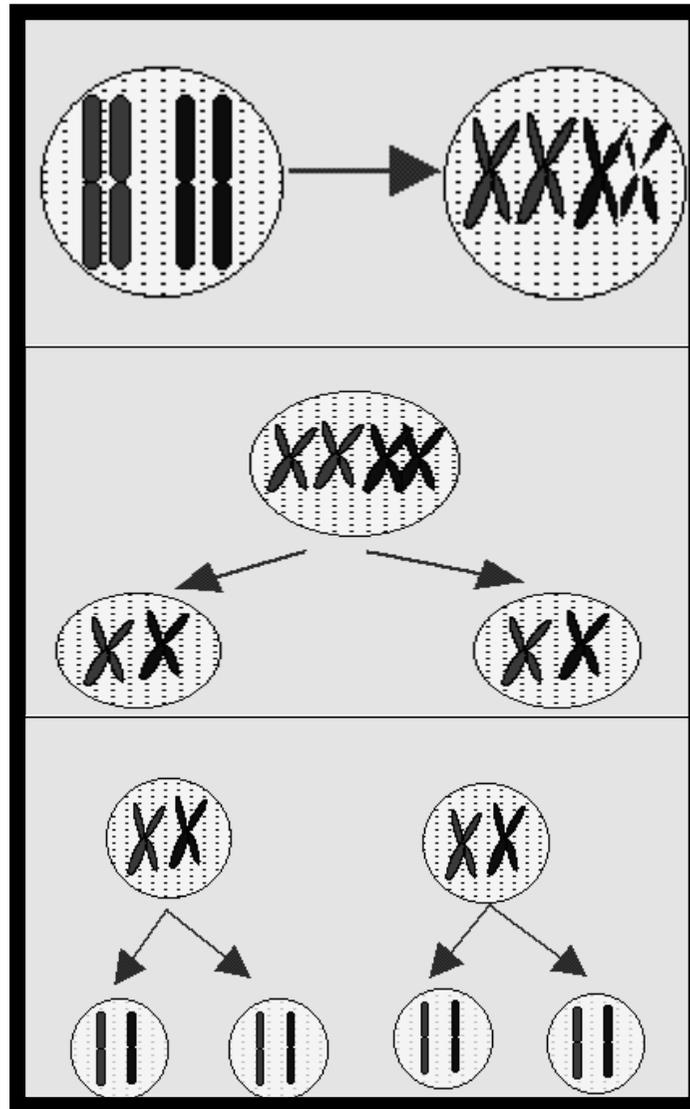


- Estado de los gametos antes de la fertilización
  - Gametos masculinos: espermatozoides desarrollados
  - Gametos femeninos: oocitos primarios
- La meiosis y la formación de los gametos
  - Las células normales tienen dos copias de cada cromosoma
  - Cada cromosoma tiene dos copias de cada molécula
  - La meiosis consiste en dos divisiones celulares seguidas para que en cada célula sólo quede una copia de cada molécula del cromosoma
  - La meiosis para la producción de los oocitos empiezan durante la fase embrional y terminan después de la fertilización

# Cariotipo humano



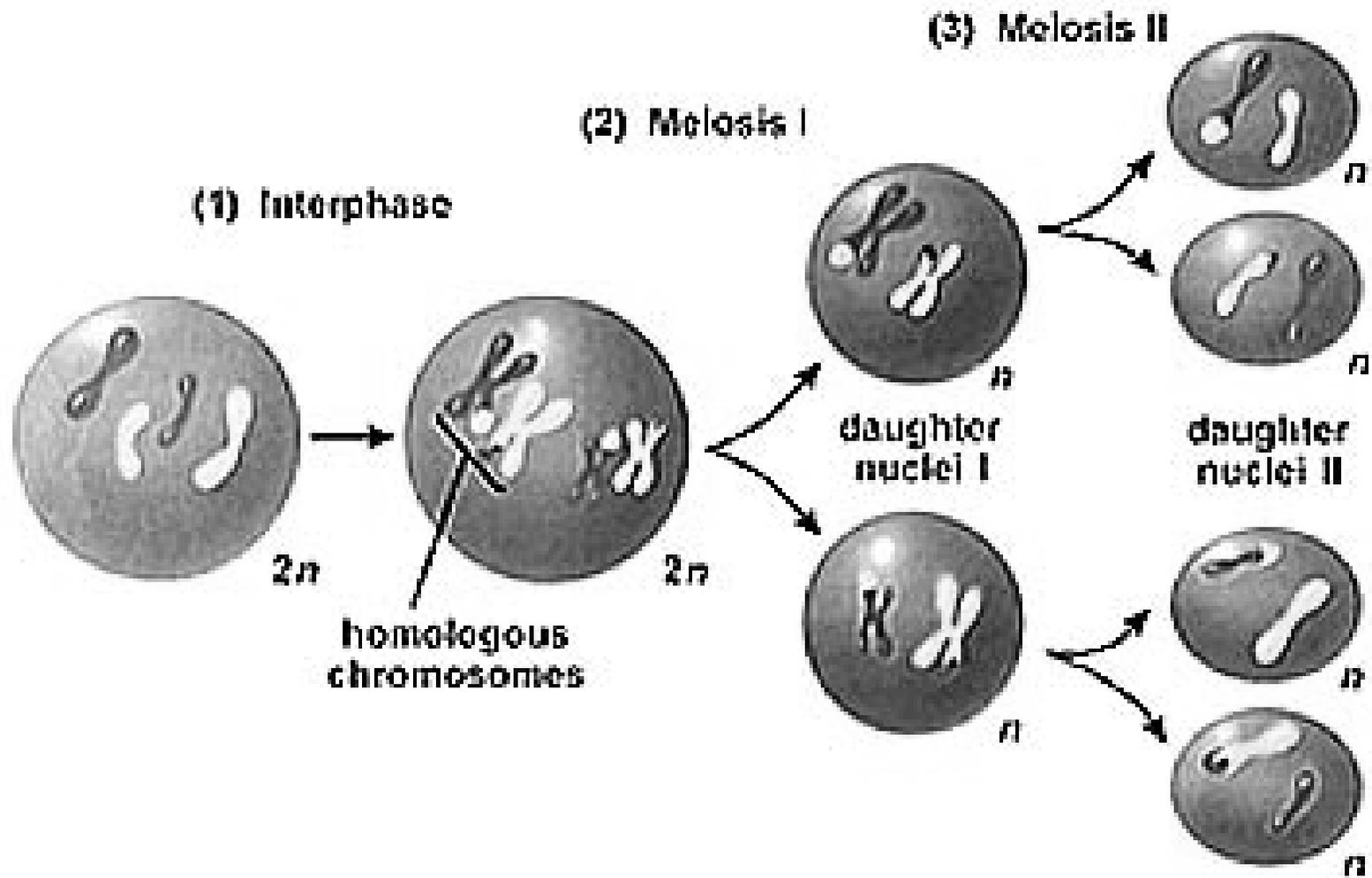
# Meiosis



1ª división

2ª división

# Meiosis



## Progreso del desarrollo post-fertilización. I

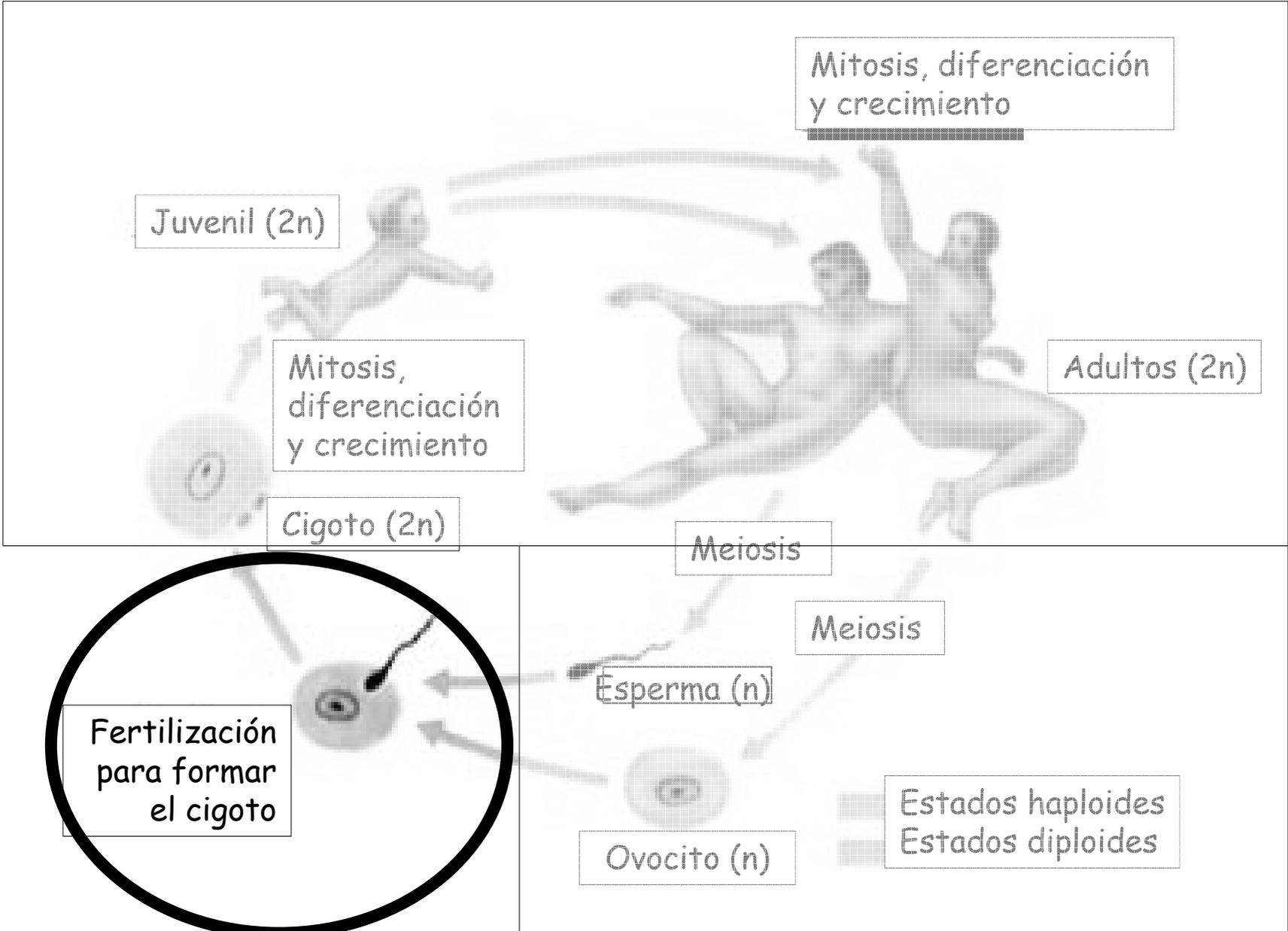
- La meiosis para la producción de los oocitos empiezan durante la fase embrional y terminan después de la fertilización

# Desarrollo embrionario humano



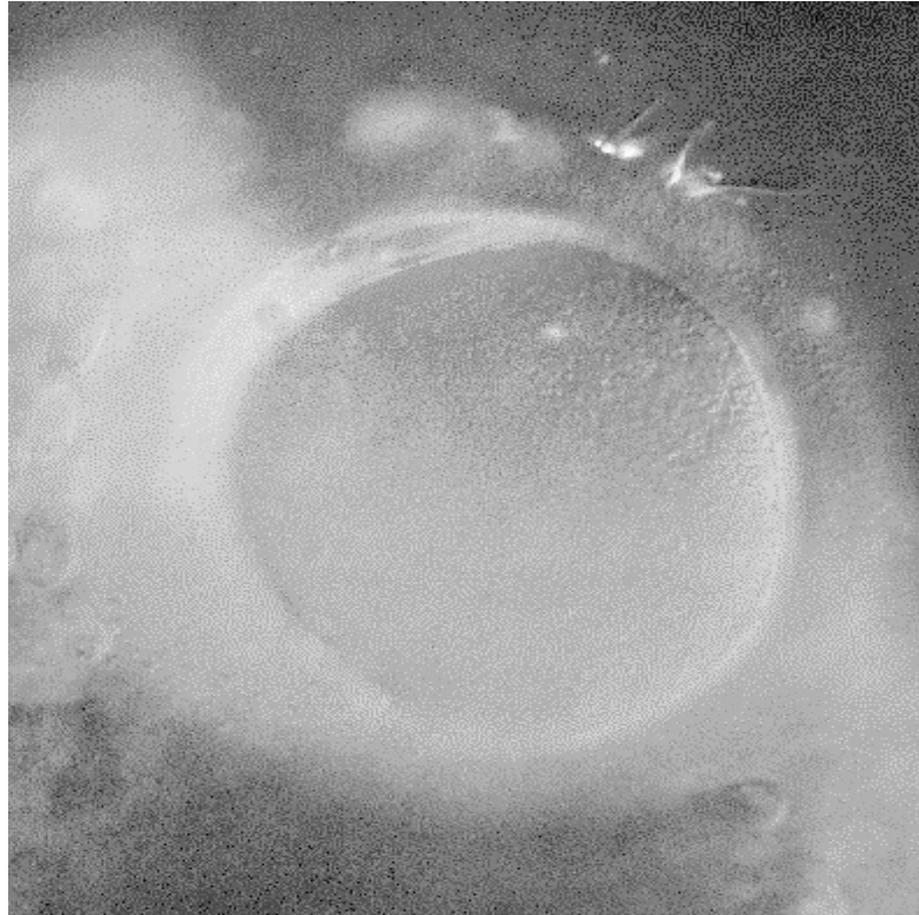
# Desarrollo embrionario porcino





- Progreso del desarrollo post-fertilización. II
- Fertilización: unión del espermatozoide con el oocito primario (día cero)
  - Al óvulo fertilizado se le llama cigoto
  - La fertilización es un proceso complejo en el que interviene un solo espermatozoide que entra dentro del oocito
  - Estructura del óvulo:
    - Zona pelúcida
    - Oocito primario

# Fertilization



1 día

## Progreso del desarrollo post-fertilización. II

- ¿Qué ocurre después del encuentro espermatozoide - óvulo?
  - Entrada de espermatozoides en la zona pelúcida
  - Entrada de uno en el óvulo
  - Bloqueo del óvulo
  - Transformación del espermatozoide en pronúcleo
  - Culminación de la meiosis del oocito

## Progreso del desarrollo post-fertilización. III

- Día 2º: Embrión de dos células
  - Embriones y pre-embriones
- Día 3º: 8 células totipotentes
  - 16 células: estado de mórula
  - Inicio de la diferenciación celular

# Estado de dos células



1,5 -3 días

# Estado de cuatro células



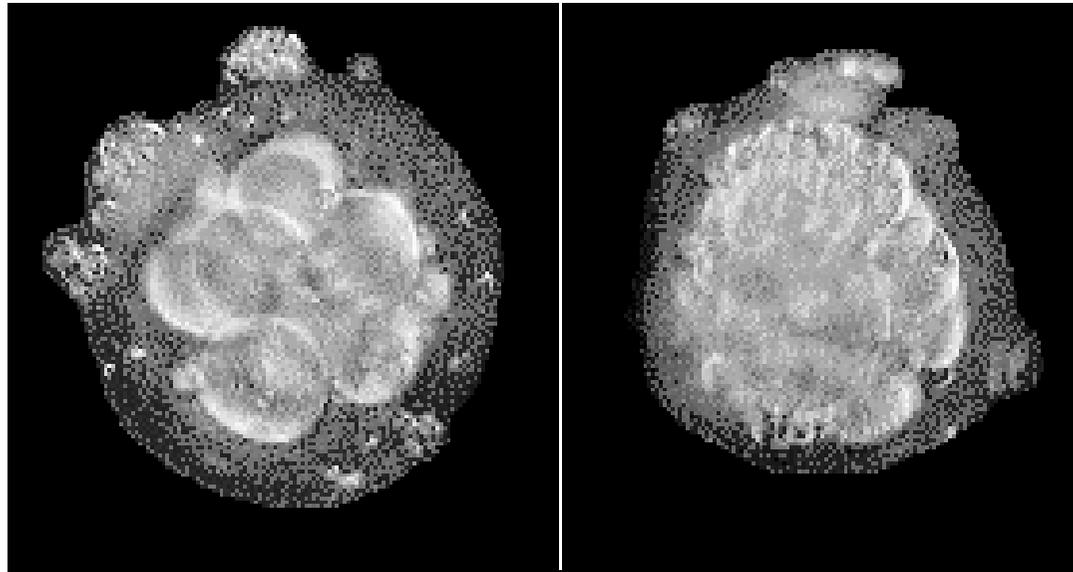
1,5 -3 días

# Estado de cuatro células



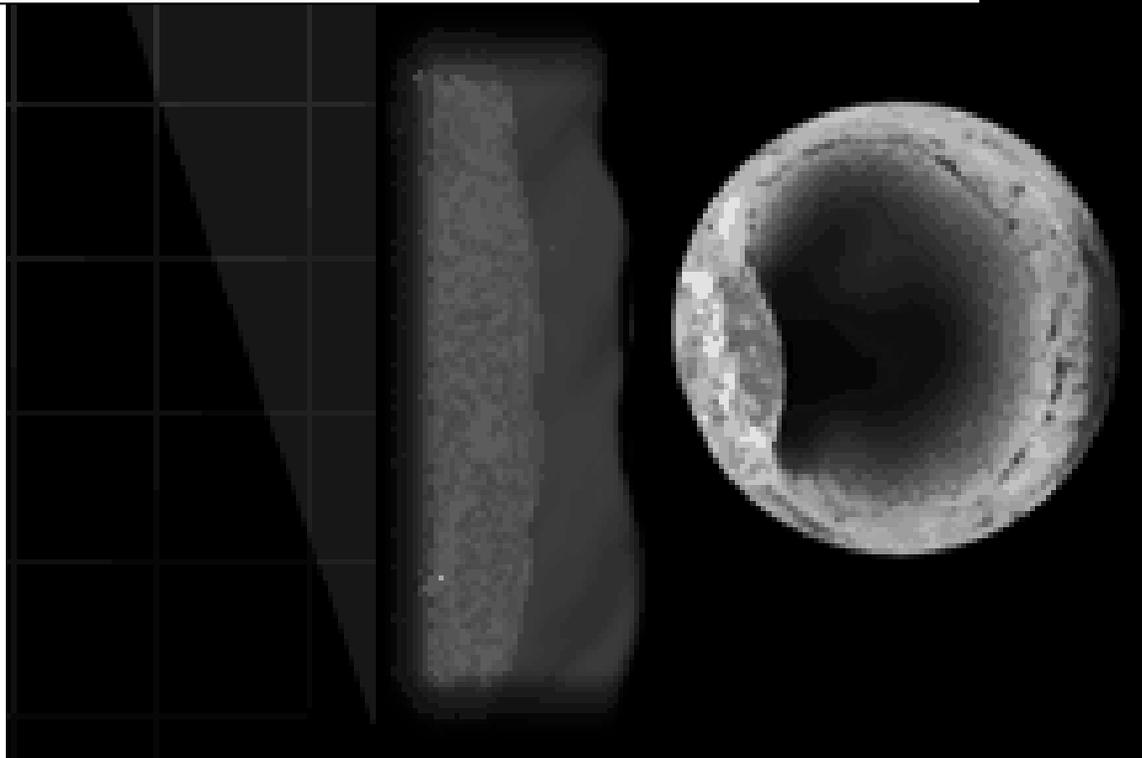
1,5 -3 días

# 16 células y mórula



Día 5º: Entrada del embrión en el útero

# Blastocito



4 días

Día 5º: Entrada del embrión en el útero

Días 7º a 13ª: Incubación, implantación y embarazo

Semanas 3ª a 5ª: Diferenciación de las células embrionarias  
Individualización

Semanas 6ª a 14ª: El embrión se transforma en feto

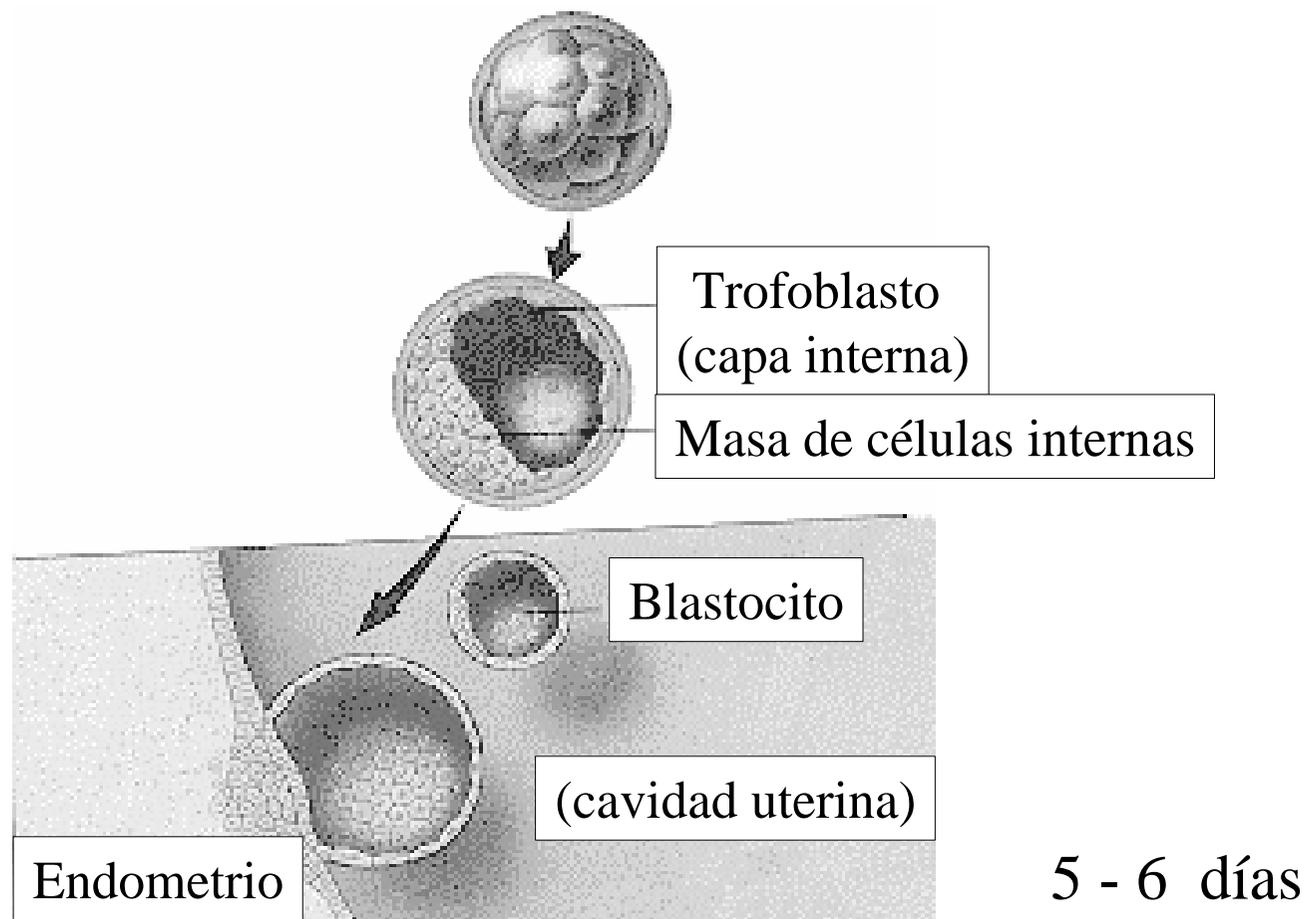
Semanas 18ª a 22ª: Movimientos sensibles del feto

Semanas 24ª a 26ª: “Cableado cerebral”

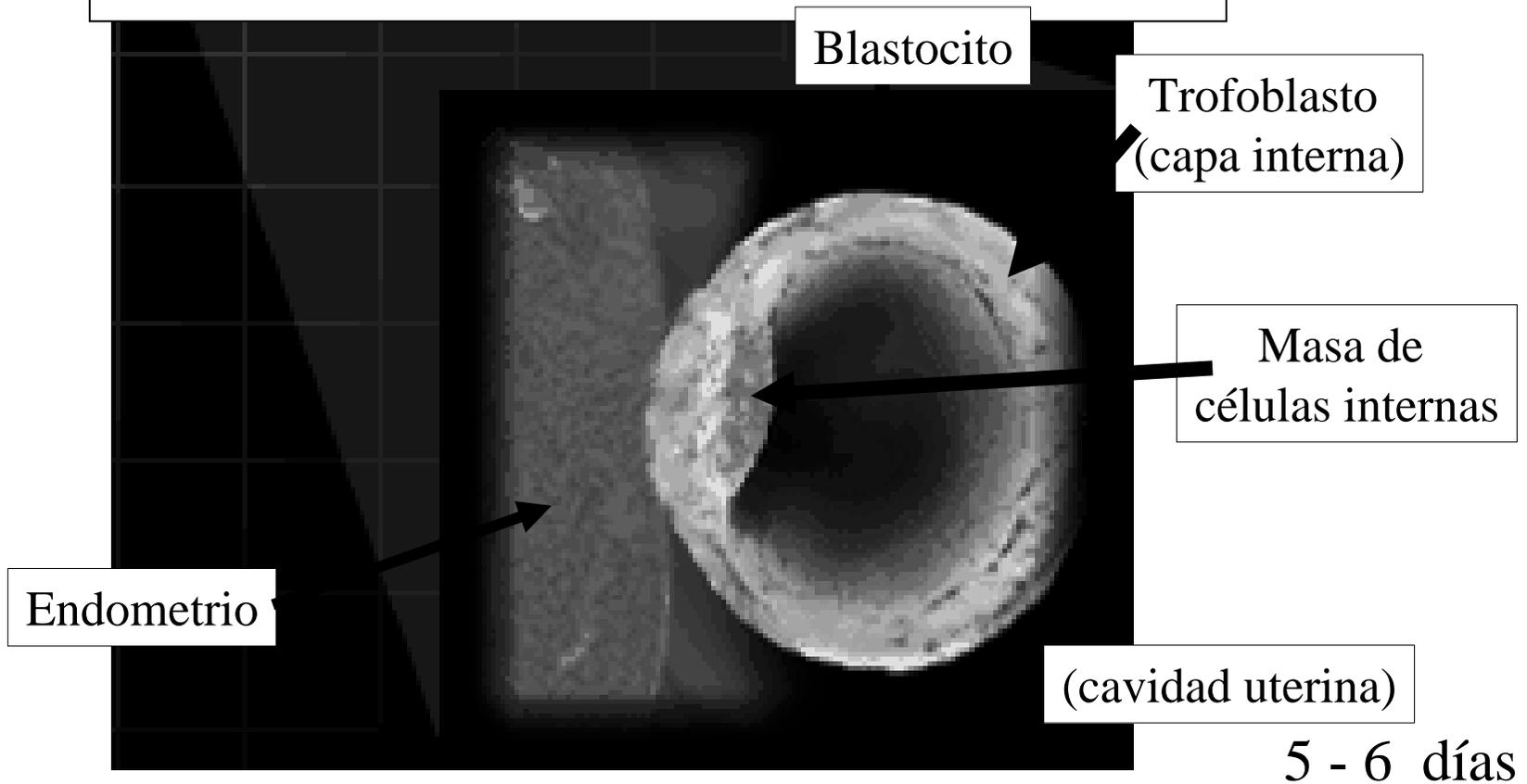
Nacimiento: a las 38,5 semanas aproximadamente

Días 7<sup>o</sup> a 13<sup>a</sup>: Incubación, implantación  
y embarazo

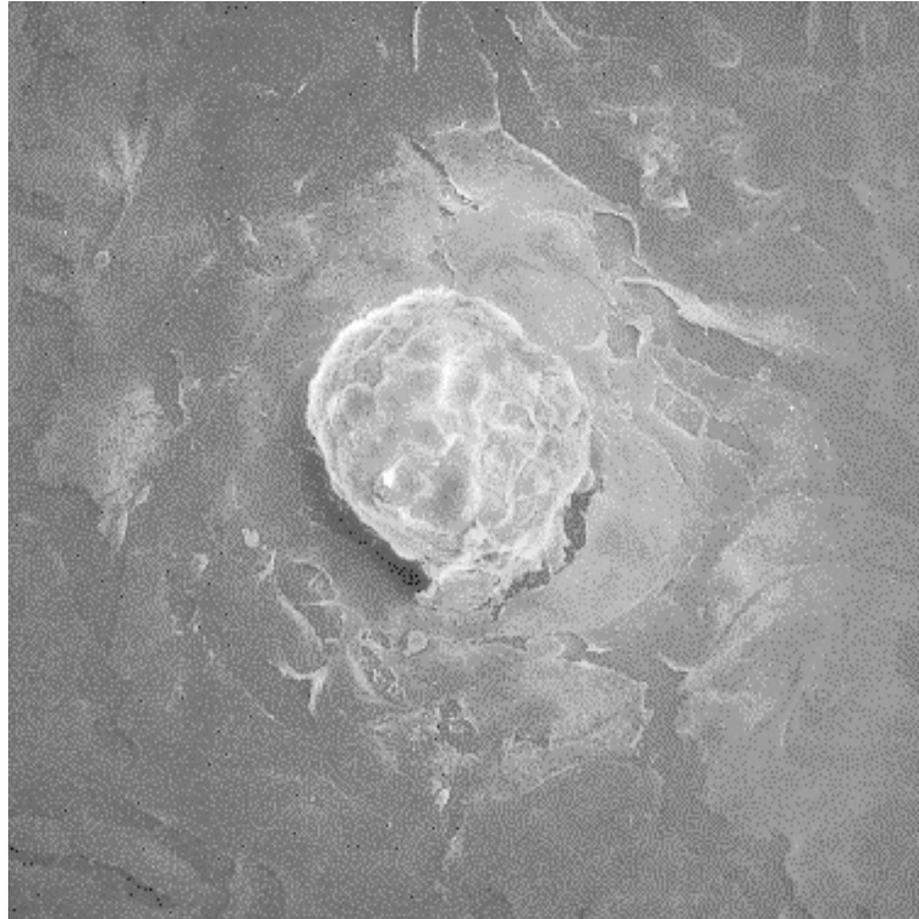
# Implantación



# Implantación



# Implantación



5 - 6 días

Semanas 3<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup>: Diferenciación de las células embrionarias  
Individualización

Semanas 6<sup>a</sup> a 14<sup>a</sup>: El embrión se transforma en feto

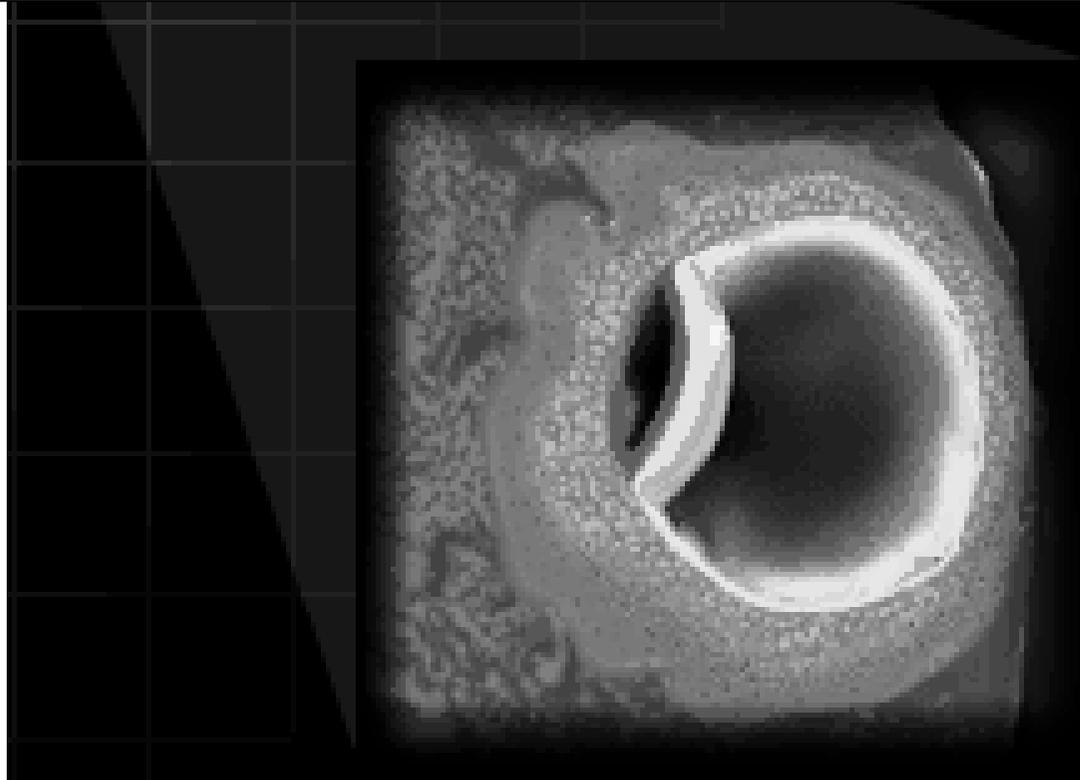
Semanas 18<sup>a</sup> a 22<sup>a</sup>: Movimientos sensibles del feto

Semanas 24<sup>a</sup> a 26<sup>a</sup>: “Cableado cerebral”

Nacimiento: a las 38,5 semanas aproximadamente

Semanas 3<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup>: Diferenciación de las células  
embrionarias e individualización

# Implantación



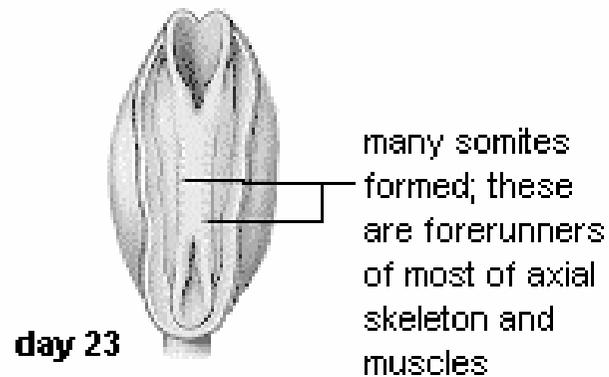
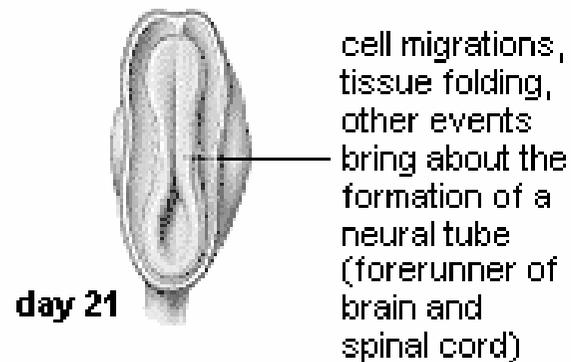
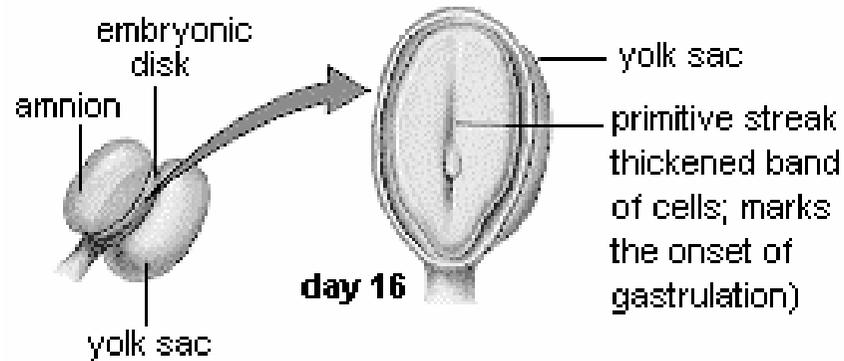
7 - 12 días

# Gástrula



13 días

# Diagram of Neuralation - 3 Weeks



Tres semanas

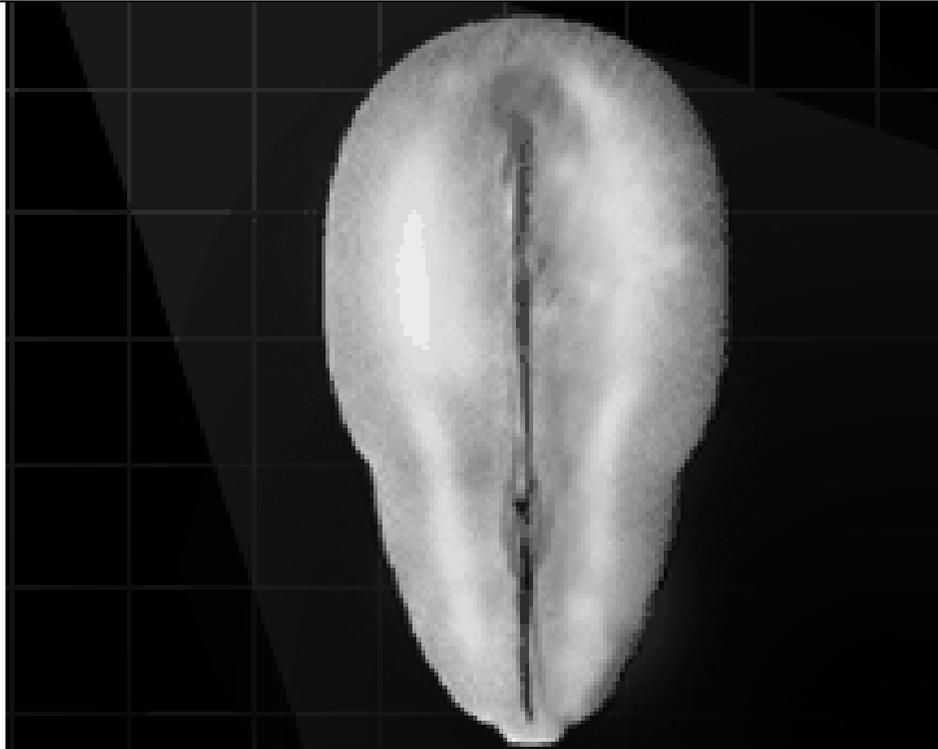


# Surco neural



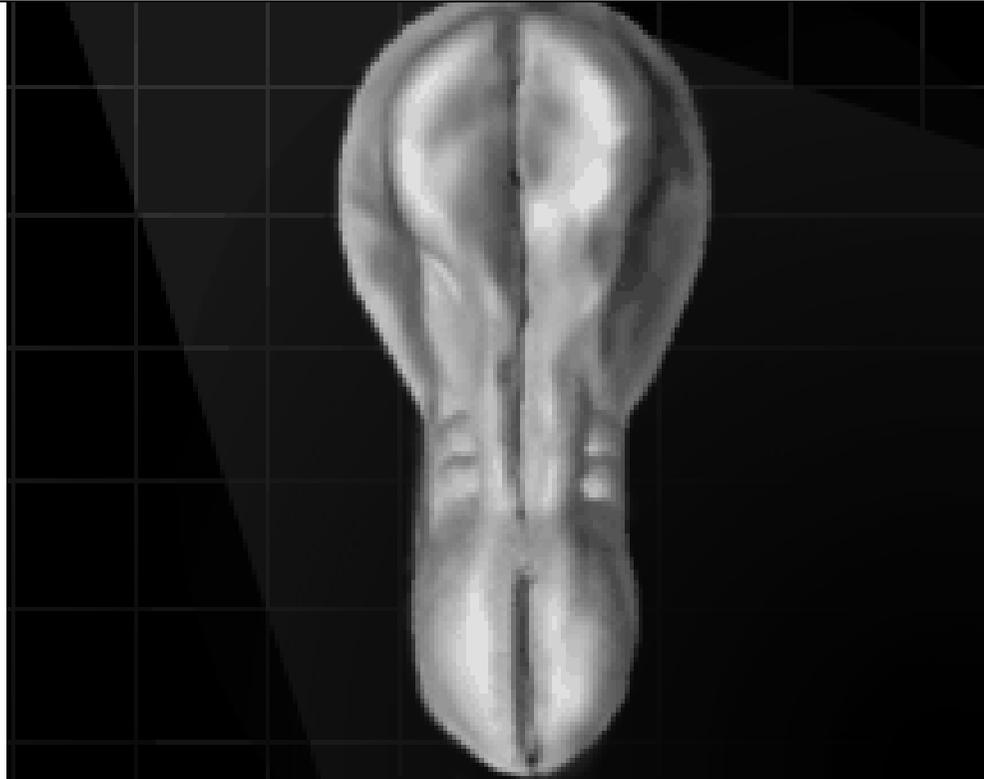
16 días

# Surco neural



17 - 19 días

# Aparición de somites



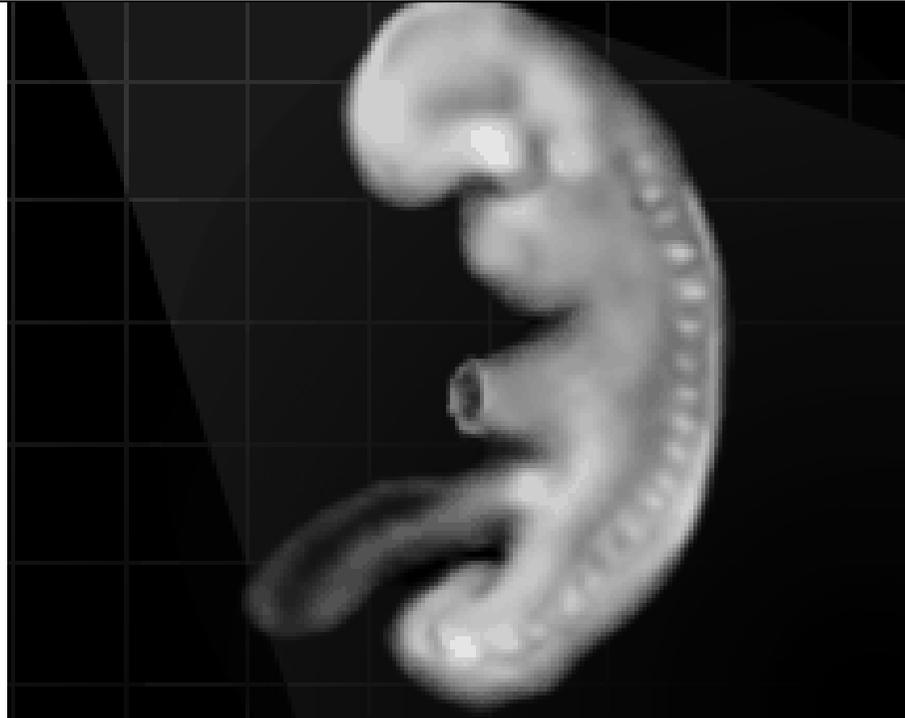
19 - 21 días

Semanas 6<sup>a</sup> a 14<sup>a</sup>: El embrión se transforma en feto

Cuatro semanas



# Cuatro semanas



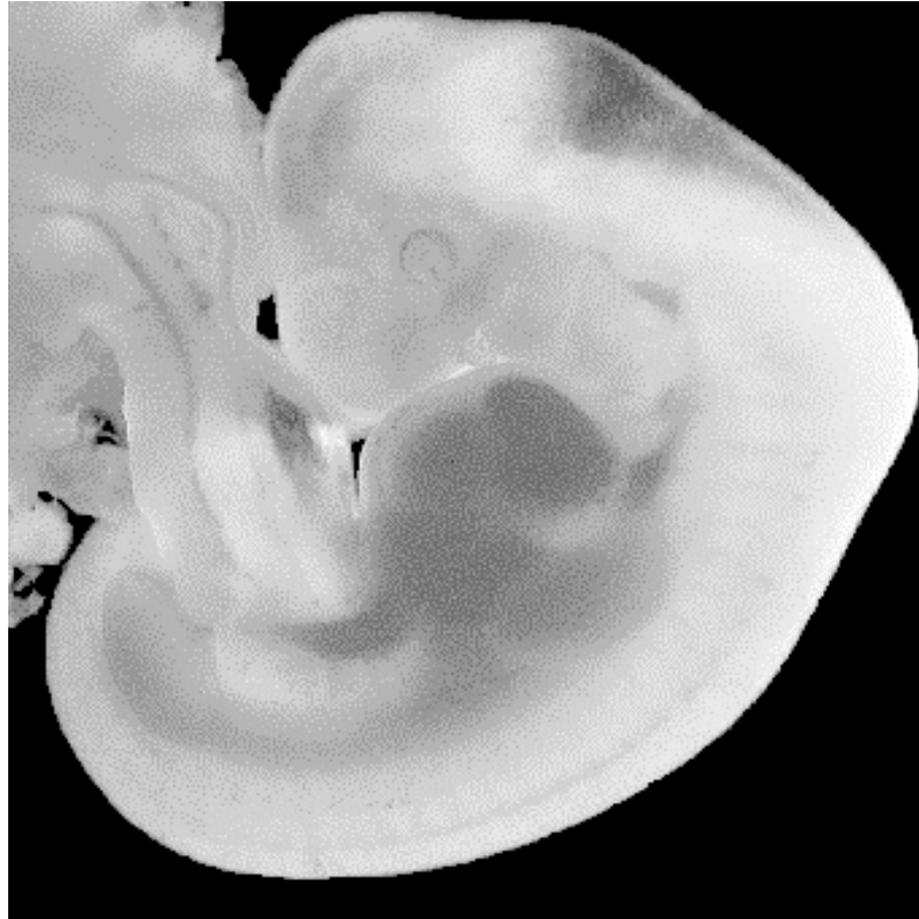
23 - 25 días

# Cuatro semanas



25 - 27 días

Cinco semanas

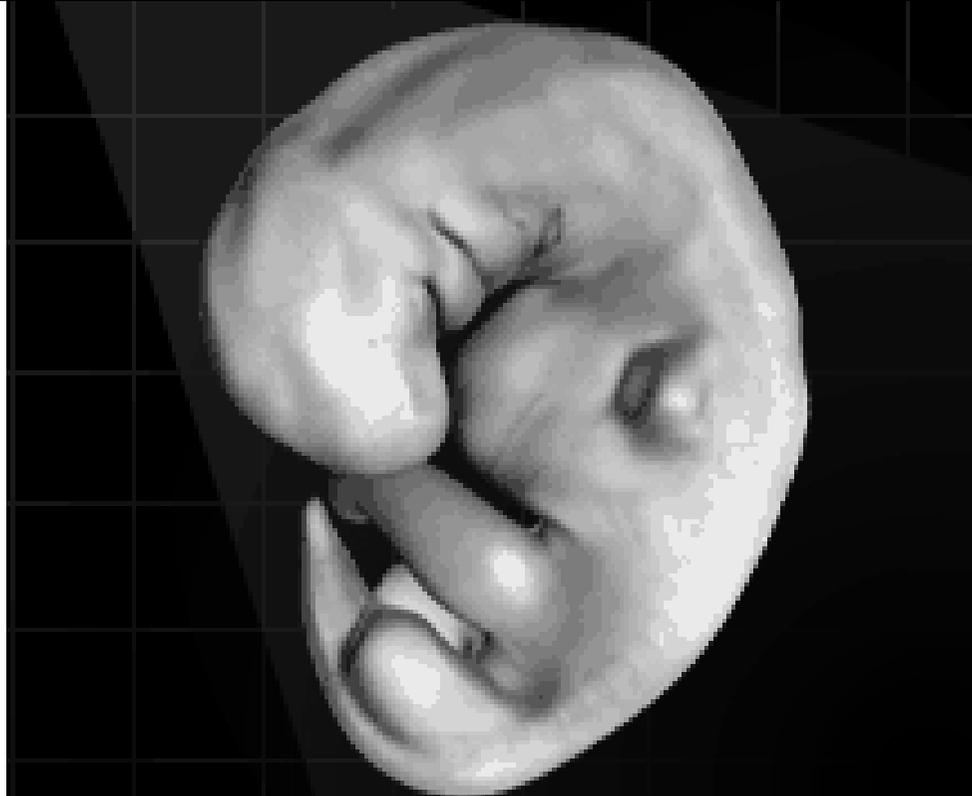


# Cinco semanas



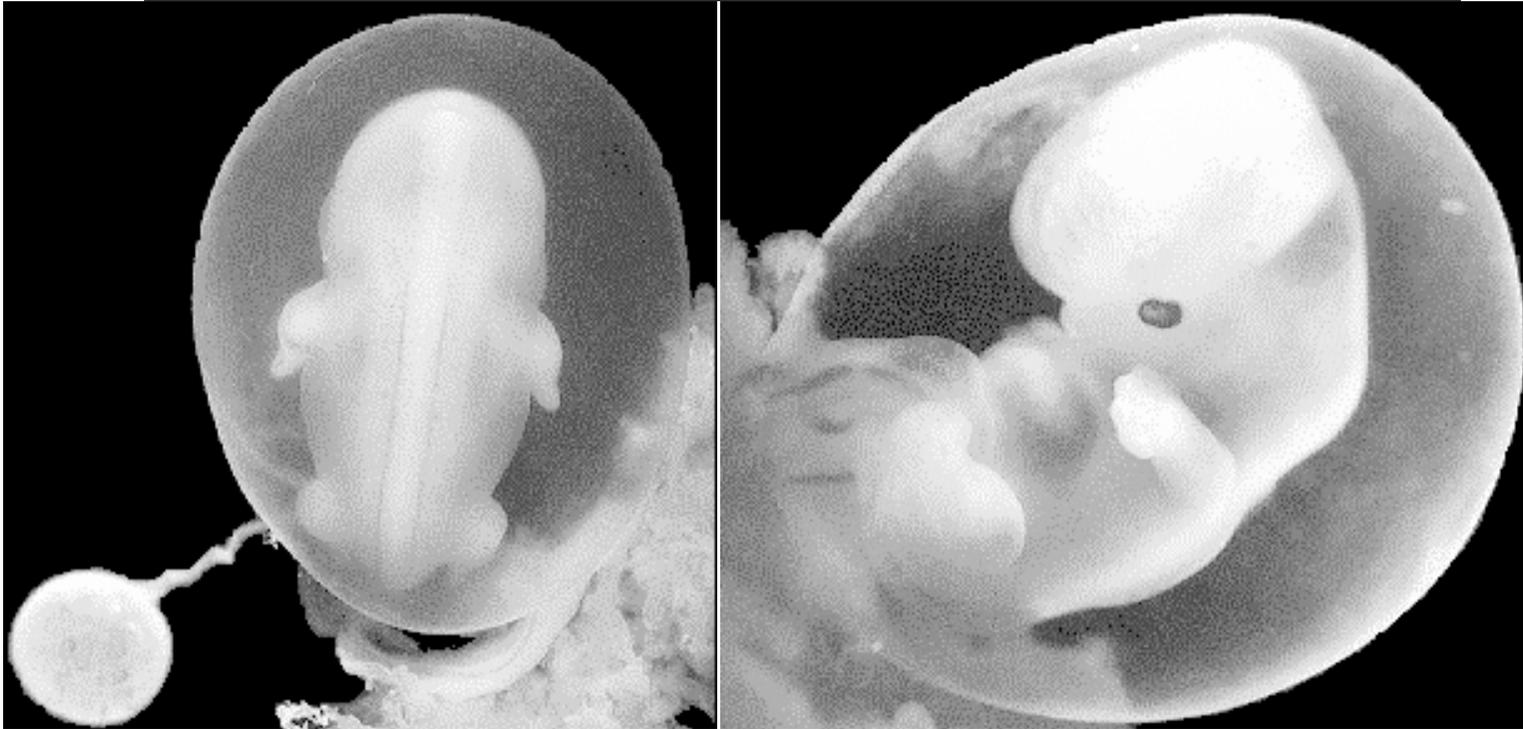
27 - 29 días

Cinco semanas



4 - 8 semanas

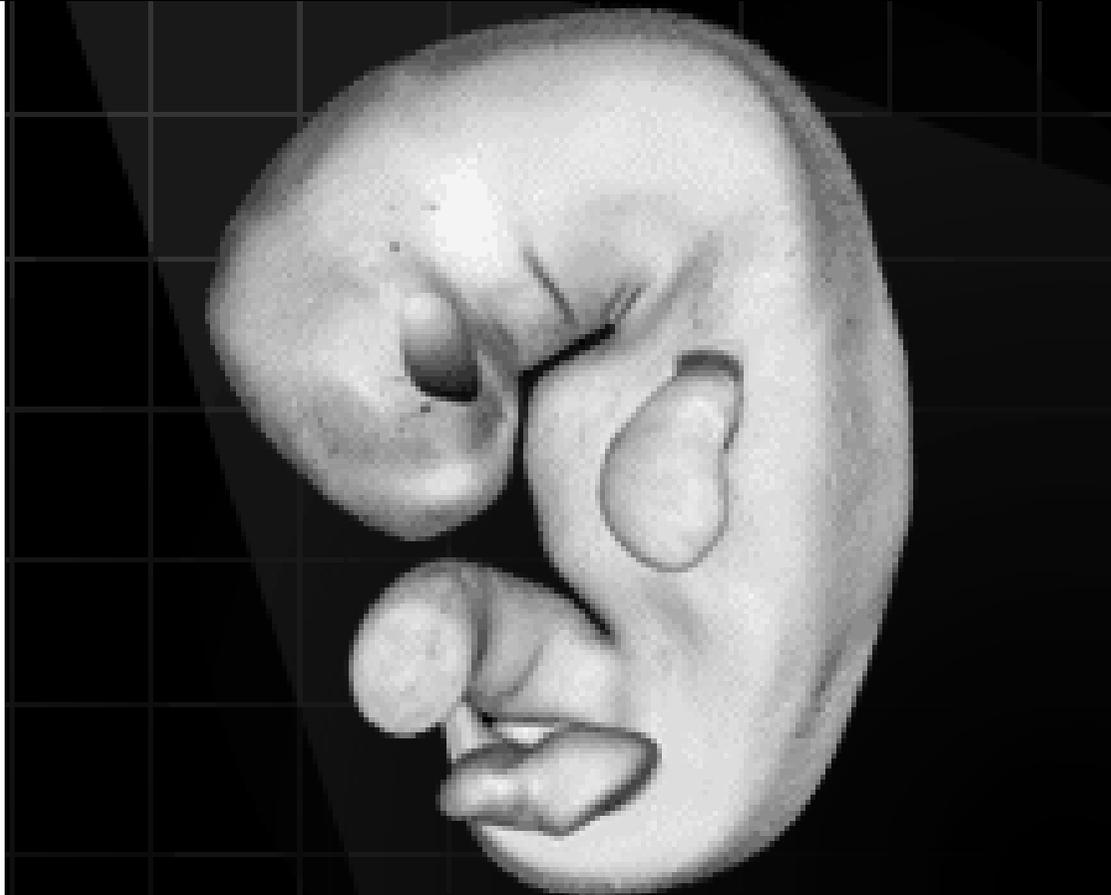
Seis semanas



4 - 8 semanas

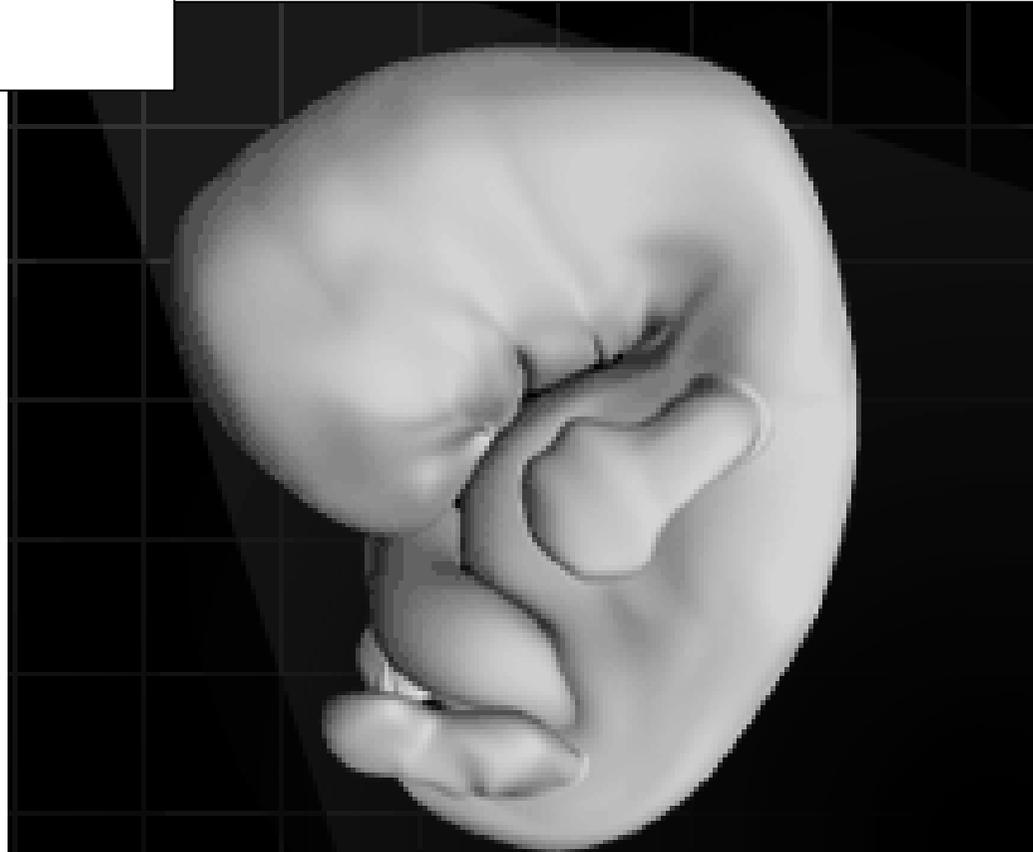


Seis semanas



41 días  
(aprox.)

# Siete semanas



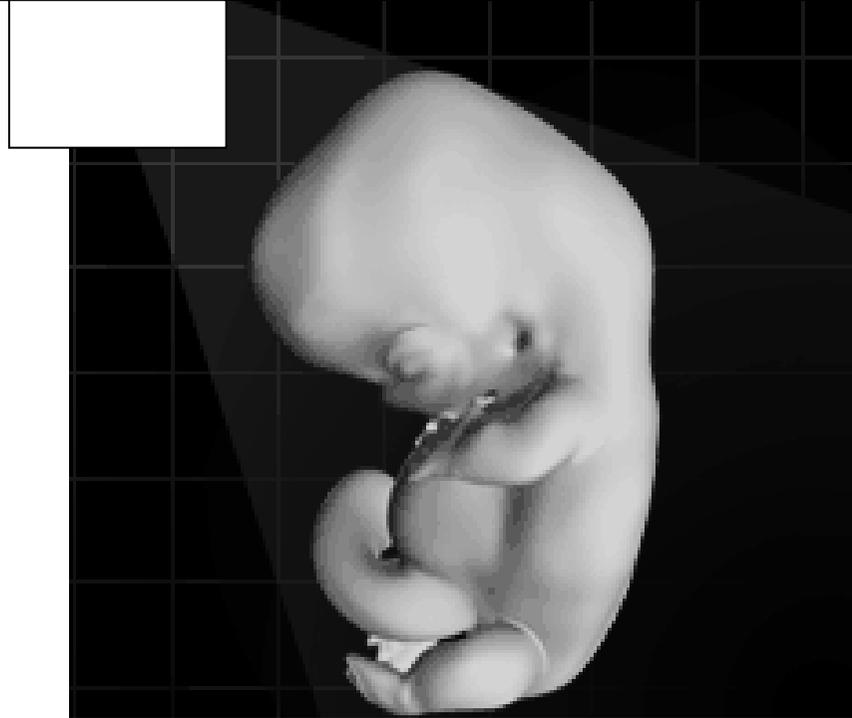
41 – 47 días

# Siete semanas



47 – 48 días

# Ocho semanas



# Ocho semanas



52 días

# Ocho semanas



52 días

# Nueve semanas



56 - 57 días

16 semanas – 3 a 4 meses



Semanas 18<sup>a</sup> a 22<sup>a</sup>: Movimientos sensibles del feto  
Semanas 24<sup>a</sup> a 26<sup>a</sup>: “Cableado cerebral”  
Nacimiento: a las 38,5 semanas aproximadamente

## *El problema del inicio y del final de la vida humana*

- 1º.- ¿Qué entendemos por vida humana?
  - Vida en sentido general
  - Vida en sentido especial (neurológico)
  - Vida en sentido consciente
- 2º.- ¿Cuándo empieza?
  - En la fertilización
  - En la cariogamia
  - En la implantación
  - En la individualización
  - En el neuralización
  - En el nacimiento
  - Después del nacimiento
- 3º.- ¿Cuándo termina?
  - Cuando hay una parada cardiorrespiratoria
  - Cuando falla el sistema nervioso central
  - Cuando falla el sistema cortical

# Desarrollo embrionario desde la fertilización hasta el parto

(siguiendo el guión de *Vuelta al Edén* de Lee M. Silver, Ed. Taurus, 1998)

- Definiciones (o tipos) de *vida* (hablando en general)
  - *Vida biológica* (bio-vida o vida-b)
  - *Vida artificial* (vida-a)
  - *Vida virtual* (vida-v) o *vida-computacional* (vida-c)
- Definiciones (o tipos) de *vida* (hablando en el caso de los humanos)
  - *Vida en sentido general* (vida-b)
  - *Vida en sentido especial* (vida consciente)
- La cuestión de la identidad de cada uno de nosotros: el problema de los trasplantes

# Características generales de *la vida* en animales superiores

- De la *Vida en sentido general*
    - Consumo de energía para organizarse
    - Capacidad de reproducción
    - Capacidad de evolución
  - De la *Vida en sentido especial*
    - La afectividad
- Características comunes

La característica más relevante (y quizá determinante) de la vida orgánica es la unión de capacidad de evolución y de reproducción

## Posibilidades actuales

- **Técnicas de Fecundación *in vitro***
  - FIV: Técnica clásica para solventar los problemas de esterilidad
    - Problemas derivados de dificultades en la interacción espermatozoide-óvulo
    - Problemas inmunológicos
    - *etc.*
  - IICE: Inyección intracitoplásmica de esperma
    - Reversión de la entrada de espermatozoides: punto de *no retorno* en la fertilización
  - INER: Inyección intracitoplásmica de núcleos de espermátidas redondas
    - Utilización de *testículos de cría* para espermatogonias

## Posibilidades futuras

- *Clonación a partir de células diferenciadas*
  - Transferencia de núcleos
- *Regeneración de tejidos*
  - Transferencia de núcleos

# Avances en las técnicas reprogenéticas, clonaje de animales y clonaje de humanos

- Objetivos de tema:
  - Presentar las posibilidades de las técnicas reprogenéticas actuales
  - Describir sus bases científicas y técnicas
  - Evaluar las posibilidades en un futuro próximo
  - Identificar y discutir las principales implicaciones éticas, sociales, científicas y técnicas
- ¿Qué es la *reprogenética*?
  - Combinación de las técnicas de ingeniería genética con las de reproducción asistida para la elección *a priori* de características genéticas de los individuos de una descendencia

# La reprogenética ¿es un concepto nuevo?

- Las técnicas de mejora genética en animales y plantas se han utilizado desde hace muchos años para la fabricación de nuevas variedades y razas
- Estas técnicas clásicas basadas en cruzamientos dirigidos y en procesos de selección artificial son lentos, aunque efectivos a largo plazo
- En la especie humana se han planteado esporádicamente criterios de mejora genética bajo el epígrafe general de la *eugenesia*

# La reprogenética ¿es un concepto nuevo?

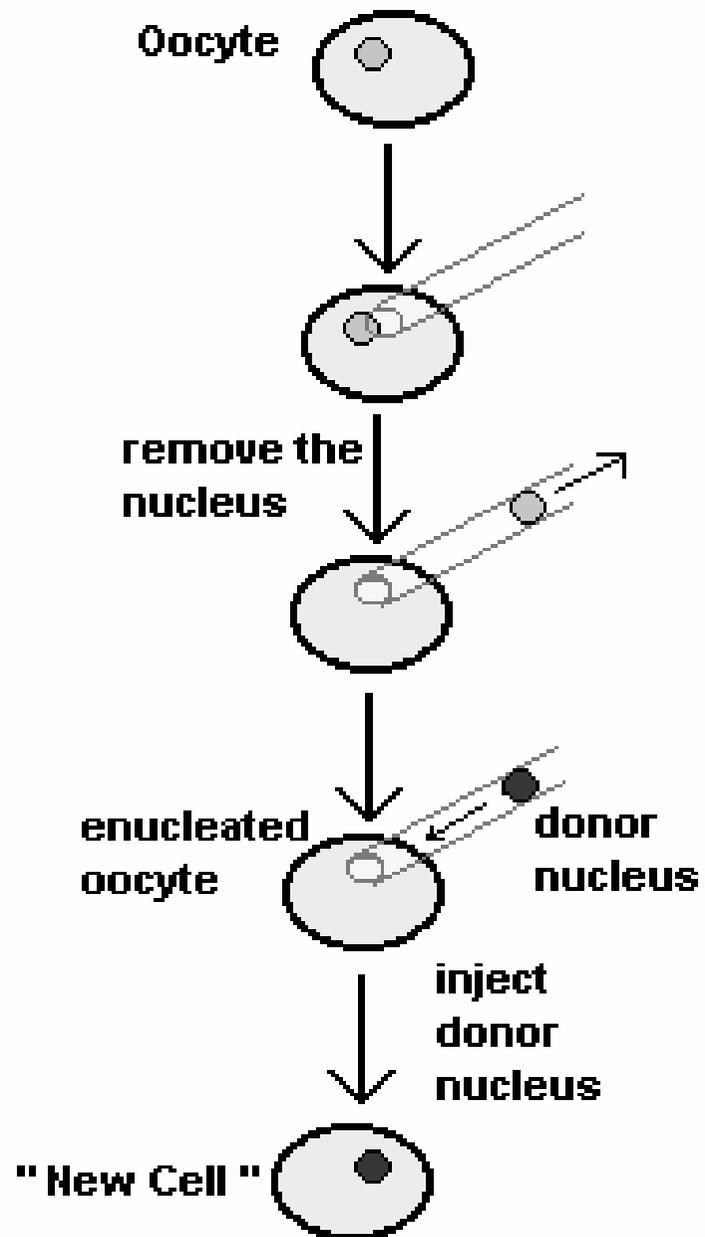
- Las técnicas reprogenéticas actuales o aplicables en un futuro próximo tienen dos diferencias esenciales con las clásicas:
  - Liberan los cruzamientos genéticos de la necesidad de relaciones entre individuos
  - Plantean la posibilidad de introducir cambios genéticos en uno o pocos pasos acelerando mucho el proceso

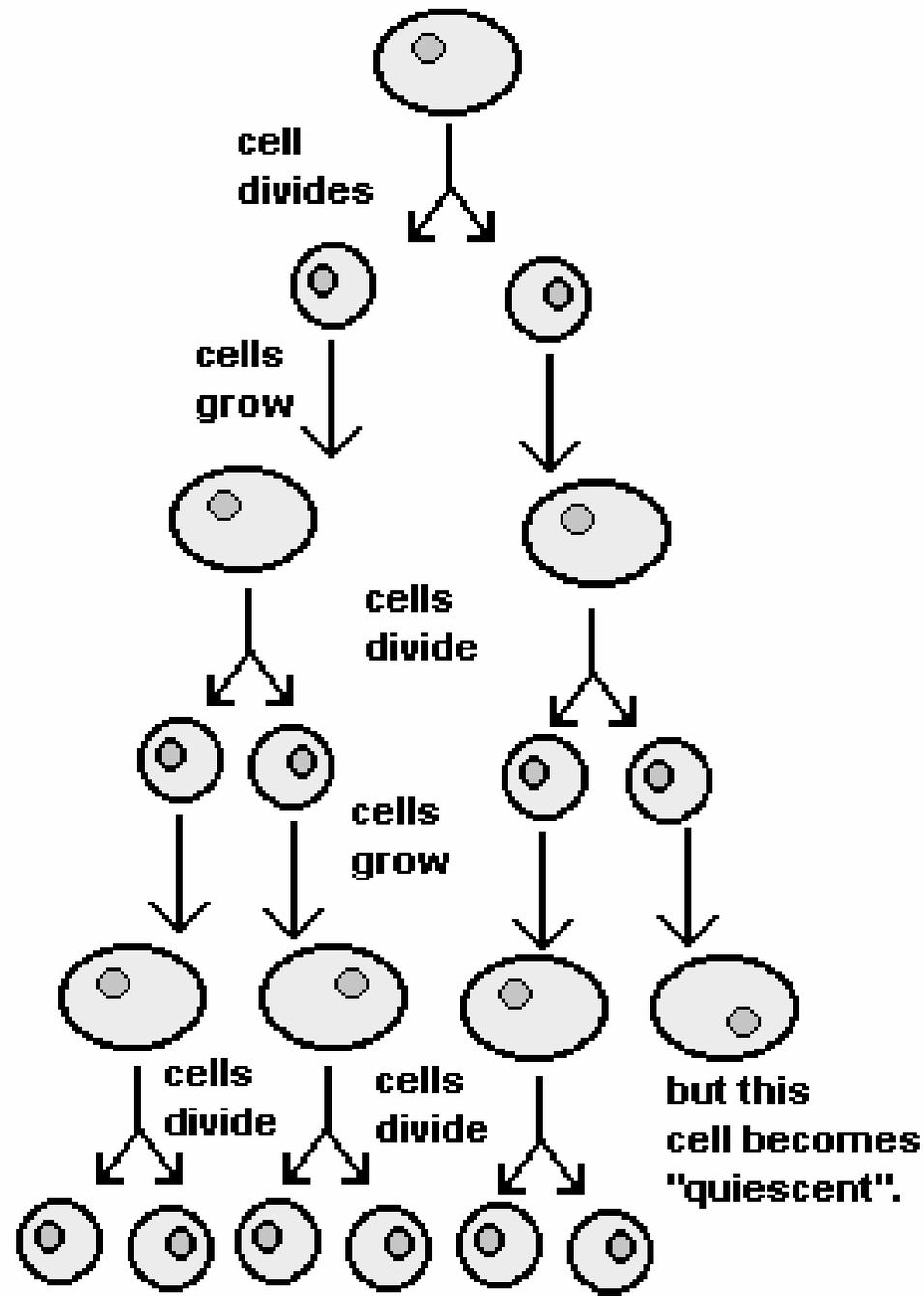
# Algunas aclaraciones de conceptos

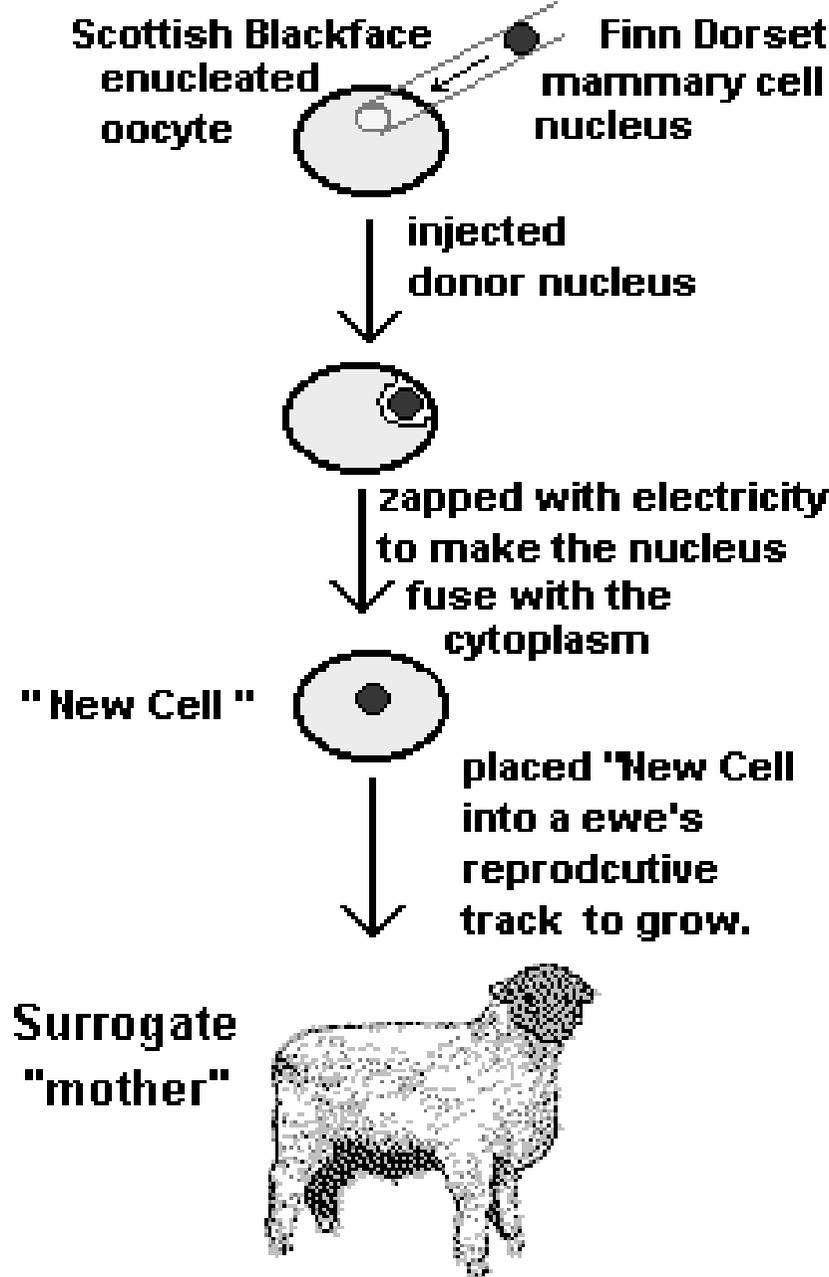
- El funcionamiento celular y de los organismos viene determinado por su constitución genética y por la interacción de esta con el ambiente
- El material genético que tienen las células se compone (en su fracción nuclear) del aporte realizado por cada uno de los dos padres del individuo en cuestión
- Todos los datos indican que el proceso de desarrollo tiene muchas semejanzas con el del *efecto dominó*

# Algunas aclaraciones de conceptos

- Hasta hace muy poco tiempo (esto es: hasta el clonaje de Dolly) se aceptaba por la comunidad científica que el proceso de desarrollo en animales "superiores" (a diferencia de lo que ocurre en plantas o en animales "inferiores") era irreversible
- La cascada del *efecto dominó* se debe a una expresión secuencial ordenada de genes. Qué genes se expresan en un momento dado depende de los llamados "factores de transcripción" que son específicos de cada órgano y de cada fase de desarrollo y que, también, caen como las fichas del dominó

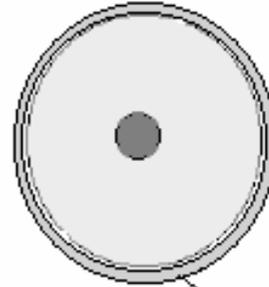








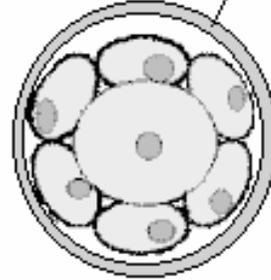
**Zygote**



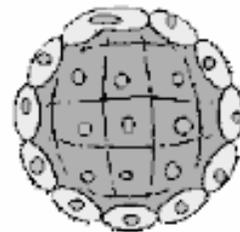
zona  
pellucida



**Morula**



**Blastocyst**



**This view is of a  
cross section  
to show the  
hollow interior.**

Técnicas e ideas que es necesario distinguir

Inseminación artificial

Fecundación *in vitro*

Clonación de individuos

Manipulación genética

# Fecundación *in vitro*

- *La fertilización in vitro (FIV)*
- *La transferencia intrafalopiana del gameto (TIFG)*
- *La transferencia intrafalopiana del cigoto (TIFZ)*

<http://www.visembryo.com/baby/week20.html>