

A large, dark blue version of the UDS Mi Universidad logo, consisting of the stylized graphic and the text 'UDS Mi Universidad'.

*Nombre del Alumno : Rubí Yadelin Santiago Lanza*

*Nombre del trabajo: actividades aulicas*

*Parcial : 2*

*Nombre de la Materia : Biología del desarrollo*

*Nombre del profesor: Guillermo del solar Villarreal*

*Nombre de la Licenciatura :Medicina humana*

*Semestre: I. Grupo: A*

## Questionario segmentacion del cigoto

1. ¿Cuál de los siguientes es el tipo de segmentación que ocurre en los mamíferos?

- (a) Holoblástico
- (b) Meroblástico
- (c) Discoidal
- (d) Meroblastic discoidal

2. ¿Cuál de los siguientes es un rasgo característico de la segmentación en mamíferos?

- (a) Las primeras divisiones son simétricas.
- (b) Las primeras divisiones son asincrónicas.
- (c) Las primeras divisiones son meridionales.
- (d) Las primeras divisiones son ecuatoriales.

3. ¿Cuál de los siguientes es el nombre del estadio de desarrollo del embrión que consta de unas 16 células?

- (a) Mórula
- (b) Blastocisto
- (c) Cigoto
- (d) Trofoblasto

4. ¿Qué es la compactación?

- (a) La división del embrión en dos capas.

(b) La adhesión de las células del embrión entre sí.

(c) La formación de un espacio lleno de líquido en el embrión.

(d) La formación de la placenta.

5. ¿Cuál de los siguientes es el nombre del estadio de desarrollo del embrión que consta de dos capas: el trofoblasto y la masa celular interna?

(a) Mórula

(b) Blastocisto

(c) Cigoto

(d) Trofoblasto

6. ¿Cuál de los siguientes es el nombre de la capa externa del blastocisto?

(a) Mórula

(b) Blastocisto

(c) Cigoto

(d) Trofoblasto

7. ¿Cuál de los siguientes es el nombre de la capa interna del blastocisto?

(a) Mórula

(b) Blastocisto

(c) Cigoto

(d) Trofoblasto

8. ¿Cuál de los siguientes es el nombre de la célula que da lugar al cuerpo mismo del embrión y a varias estructuras extraembrionarias?

- (a) Mórula
- (b) Blastocisto
- (c) Cigoto

(d) Masa celular interna

9. ¿Cuál de los siguientes es el nombre de la célula que da lugar a las estructuras extraembrionarias, incluidas las capas más externas de la placenta?

- (a) Mórula
- (b) Blastocisto
- (c) Cigoto

(d) Trofoblasto

10. ¿Cuál de los siguientes factores participa en el mantenimiento de la actividad mitótica en el trofoblasto?

- (a) Factor de crecimiento fibroblástico-4
- (b) Factor de crecimiento epidérmico
- (c) Factor de crecimiento de hepatocito
- (d) Factor de crecimiento de queratinocitos

## Questionario de Fecundación

1. ¿Qué hormona es responsable de desencadenar la ovulación?
  - a) FSH
  - b) LH
  - c) Progesterona
  - d) Estrógeno
2. Durante la ovulación, el folículo de De Graaf madura bajo la influencia de:
  - a) LH
  - b) Progesterona
  - c) FSH y LH
  - d) FSH y estrógeno
3. ¿Qué ocurre después del pico de LH?
  - a) Expulsión del óvulo
  - b) Fecundación del óvulo
  - c) Ruptura del folículo
  - d) Implantación
4. ¿Qué es el cúmulo ovífero?
  - a) Un grupo de folículos
  - b) Células que rodean al óvulo durante su expulsión
  - c) Células del útero
  - d) El líquido antral
5. ¿Qué es el mittelschmerz?
  - a) Dolor leve o intenso durante la ovulación
  - b) Dolor abdominal crónico
  - c) Proceso de rotura folicular
  - d) Un tipo de hemorragia
6. ¿Cuál es la función principal de las fimbrias de la trompa de Falopio?

a) Movilizar el líquido antral

b) Facilitar la fecundación

c) Capturar el óvulo expulsado

d) Romper el folículo

7. El transporte del óvulo a través de la trompa de Falopio dura aproximadamente:

a) 1-2 días

b) 3-4 días

c) 5-6 días

d) 6-7 días

8. ¿Qué factor NO influye en el transporte de espermatozoides?

a) pH de la vagina

b) Cantidad de semen

c) Motilidad de los cilios uterinos

d) Presencia de células de Sertoli

9. ¿Qué proceso es necesario para que el espermatozoide penetre la corona radiada?

a) Secreción de ácido hialurónico

b) Movimientos flagelares y hialuronidasa

c) Ruptura del folículo

d) Captura del óvulo

10. ¿Cuál es la función principal de la zona pelúcida?

a) Regular la secreción de LH

b) Facilitar la penetración del espermatozoide

c) Evitar la poliespermia

d) Producir estrógenos

11. ¿Cuál es el nombre de la proteína que permite la unión entre el espermatozoide y el óvulo?

a) Fertilina



b) ZP3

c) Integrina  $\alpha 6$

d) Protamina

12. El proceso de fusión de las membranas del óvulo y espermatozoide se inicia gracias a:

a) Hialuronidasa

b) Reacción acrosómica

c) Progesterona

d) Síntesis de prostaglandinas

13. ¿Qué bloquea la poliespermia de manera rápida en mamíferos?

a) Liberación de enzimas lisosomales

b) Despolarización de la membrana plasmática del óvulo

c) Contracción de la trompa de Falopio

d) Bloqueo de LH

14. ¿Qué inicia la activación metabólica del óvulo?

a) Liberación de LH

b) Aumento de la respiración celular

c) Entrada del espermatozoide

d) Formación del cigoto

15. ¿Qué función tiene el glutatión reducido en la reestructuración del espermatozoide?

a) Despolariza la membrana del óvulo

b) Libera los puentes disulfuro

c) Facilita la activación metabólica del óvulo

d) Induce la meiosis

16. Después de la penetración del espermatozoide, el núcleo del óvulo completa:

a) La primera división meiótica

b) La mitosis

c) La segunda división meiótica

d) La fecundación

17. ¿Cuánto tiempo persisten los pronúcleos femenino y masculino tras la fecundación?

a) 6-8 horas

b) 10-12 horas

c) 24 horas

d) 48 horas

18. ¿Cuál es el resultado final de la fusión de los pronúcleos?

a) Formación del cigoto

b) División meiótica

c) Penetración del óvulo

d) Formación del cúmulo ovífero

19. ¿Qué hormona mantiene al cuerpo lúteo durante el embarazo?

a) LH

b) Progesterona

c) Gonadotropina coriónica

d) FSH

20. En ausencia de fecundación, el cuerpo lúteo:

a) Se mantiene activo

b) Degenera y es reemplazado por tejido colagenoso

c) Se convierte en cigoto

d) Forma un cuerpo lúteo grande

21. ¿Cuál es el proceso que sigue a la rotura folicular?

a) Fecundación inmediata

b) Expulsión del óvulo y líquido antral

c) Formación de la corona radiada

d) Captura del espermatozoide



22. ¿Qué estructura facilita la captura del óvulo por la trompa de Falopio?
- a) Metaloproteinasas
  - b) Cilios
  - c) Hialuronidasa
  - d) FSH
23. ¿Qué componente del semen protege a los espermatozoides del pH ácido de la vagina?
- a) Proteínas
  - b) Hialuronidasa
  - c) Fructosa
  - d) Alcalinidad del semen
24. ¿Qué es la luteólisis?
- a) Ruptura folicular
  - b) Proceso de degeneración del cuerpo lúteo
  - c) Formación del cigoto
  - d) Fusión de los pronúcleos
25. ¿Qué etapa del transporte del óvulo implica una fase rápida de 8 horas?
- a) Fase de la ampolla
  - b) Fase ístmica
  - c) Fase uterina
  - d) Fase folicular
26. ¿Qué bloquea el acceso de espermatozoides al óvulo inmediatamente después de la fecundación?
- a) Reacción acrosómica
  - b) Despolarización de la membrana plasmática
  - c) Reacción de zona
  - d) Acción de metaloproteinasas
27. ¿Cuáles son las células que secretan progesterona después de la ovulación?

a) Células del cúmulo

b) Células luteínicas de la granulosa

c) Células de Sertoli

d) Células tecales

28. ¿Qué ocurre durante la migración del núcleo del ovocito?

a) Despolarización del núcleo

b) Contracción de filamentos de actina

c) Formación de un pronúcleo masculino

d) Ruptura del cúmulo ovífero

29. ¿Qué proteína forma los puentes cruzados en la zona pelúcida?

a) ZP1

b) ZP2

c) ZP3

d) Fertilina

30. ¿Qué proceso describe el aumento del metabolismo oxidativo en el óvulo tras la fecundación?

a) Reacción de zona

b) Activación metabólica del óvulo

c) Ruptura folicular

d) Formación del cúmulo ovífero

## Cuestionario de transporte e implantación del embrión

- 1.Cuál de los siguientes es el período de tiempo durante el cual el embrión viaja desde la trompa de Falopio hasta el útero?**
  - a) 1 día
  - b) 3 días**
  - c) 4 días
  - d) 7 días
- 2. ¿Cuál de los siguientes es una de las etapas de la implantación del embrión?**
  - a) Adhesión
  - b) Penetración
  - c) Invasión
  - d) Todas las anteriores**
- 3. ¿Cuál de los siguientes es un factor que puede influir en la implantación exitosa del embrión?**
  - a) La calidad del embrión
  - b) La preparación del endometrio
  - c) La respuesta inmunitaria de la madre
  - d) Todas las anteriores**
- 4. La zona pelúcida es una estructura que rodea al óvulo y al embrión en las primeras etapas del desarrollo. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre la composición de la zona pelúcida?**
  - a) Está compuesta principalmente de proteínas.
  - b) Está compuesta principalmente de lípidos.
  - c) Está compuesta principalmente de glicoproteínas.**
  - d) Está compuesta principalmente de ácido hialurónico.
- 5. La zona pelúcida tiene dos funciones principales: protección y regulación. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre la función protectora de la zona pelúcida?**
  - a) Protege al óvulo y al embrión de daños mecánicos.**
  - b) Protege al óvulo y al embrión de daños químicos.
  - c) Protege al óvulo y al embrión de infecciones.
  - d) Protege al óvulo y al embrión de la entrada de espermatozoides.
- 6. Después de la fecundación, la zona pelúcida se somete a un proceso de eclosión. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre la eclosión de la zona pelúcida?**
  - a) Se produce por la acción de enzimas proteolíticas liberadas por las células del blastocisto.

- b) Se produce por la acción de enzimas proteolíticas liberadas por las células trofoblásticas del blastocisto.
- c) Se produce por la acción de enzimas proteolíticas liberadas por las células del endometrio.
- d) Se produce por la acción de enzimas proteolíticas liberadas por las células del ovario.

**7. ¿Cuál de los siguientes es una función de la zona pelúcida?**

- a) Proteger al embrión de la invasión de microorganismos
- b) Facilitar el transporte del embrión a través de la trompa de Falopio
- c) Permitir la adhesión del embrión al endometrio
- d) Todas las anteriores

**8. ¿Cuál de los siguientes es una molécula de adhesión que participa en la implantación del embrión?**

- a) La integrina
- b) La interleucina 2
- c) La progesterona
- d) Ninguna de las anteriores

**9. ¿Cuál de los siguientes es una hormona que contribuye a la preparación del endometrio para la implantación?**

- a) La progesterona
- b) La estrógeno
- c) La hormona luteinizante
- d) Todas las anteriores

**10. ¿Cuál de los siguientes es una técnica de reproducción asistida que puede ayudar a las mujeres con problemas de implantación?**

- a) La fertilización in vitro (FIV)
- b) La transferencia intratubárica de gametos (GIFT)
- c) La inseminación artificial (IA)
- d) Todas las anteriores



## Cuestionario impronta parental

1. ¿Qué es la impronta parental?

- a) Un fenómeno epigenético en el que la expresión de un gen depende del sexo del progenitor que lo ha transmitido.
- b) Un fenómeno epigenético en el que la expresión de un gen depende del sexo del cigoto.
- c) Un fenómeno genético en el que la expresión de un gen depende del sexo del progenitor que lo ha transmitido.
- d) Un fenómeno genético en el que la expresión de un gen depende del sexo del cigoto.

2. ¿Qué es el cigoto?

- a) La célula resultante de la fecundación de un óvulo por un espermatozoide.
- b) La célula resultante de la división del cigoto.
- c) La célula resultante de la implantación del cigoto en el útero.
- d) La célula resultante de la expresión de los genes improntados parentalmente.

3. ¿Qué es la segmentación?

- a) El proceso por el que el cigoto se divide en células más pequeñas.
- b) El proceso por el que el cigoto se implanta en el útero.
- c) El proceso por el que los genes improntados parentalmente se activan.
- d) El proceso por el que los genes improntados parentalmente se desactivan.

4. ¿Cuál es la función de la impronta parental en la segmentación?

- a) Regula la expresión de los genes improntados parentalmente.
- b) Garantiza que el cigoto se divida de forma uniforme.
- c) Permite que el cigoto se mueva a través de la trompa de Falopio.
- d) Permite que el cigoto se implante en el útero.

5. ¿Cuál es el ejemplo de impronta parental en la segmentación?

- a) El gen Peg1, que está activo en las células del cigoto que proceden del espermatozoide.
  - b) El gen Peg1, que está activo en las células del cigoto que proceden del óvulo.
  - c) El gen Peg2, que está activo en las células del cigoto que proceden del espermatozoide.
  - d) El gen Peg2, que está activo en las células del cigoto que proceden del óvulo.
6. ¿Cuáles son las consecuencias de la pérdida de expresión de un gen improntado parentalmente?
- a) Aborto espontáneo.
  - b) Malformaciones congénitas.
  - c) Desarrollo embrionario normal.
  - d) Ninguna de las anteriores.
7. ¿Cuál es el mecanismo de la impronta parental?
- a) Modificación de la estructura del ADN.
  - b) Modificación de la expresión de los genes.
  - c) Modificación de la estructura de la cromatina.
  - d) Todas las anteriores.
8. ¿Qué relación existe entre la impronta parental y la herencia?
- a) La impronta parental es un tipo de herencia.
  - b) La impronta parental no es un tipo de herencia.
  - c) La impronta parental puede afectar a la herencia.
  - d) La impronta parental no puede afectar a la herencia.
9. ¿Qué relación existe entre la impronta parental y el desarrollo embrionario?
- a) La impronta parental es fundamental para el desarrollo embrionario.
  - b) La impronta parental no es fundamental para el desarrollo embrionario.
  - c) La impronta parental puede afectar al desarrollo embrionario.
  - d) La impronta parental no puede afectar al desarrollo embrionario.
10. ¿Cuál es el futuro de la investigación sobre la impronta parental?



- a) Descubrir nuevos genes improntados parentalmente.
- b) Comprender mejor el mecanismo de la impronta parental.
- c) Aplicar la investigación sobre la impronta parental a la medicina.
- d) Todas las anteriores.

# — Fecundación —

Consiste en una serie de procesos que comienzan cuando los espermatozoides inician la penetración de la corona radiada que rodea el óvulo y terminan con el entremezclamiento de los cromosomas maternos y paternos tras la entrada del espermatozoide en el óvulo.

## Penetración de la corona radiada.

Los espermatozoides llegan a la proximidad del óvulo donde se encuentran con la representación de la capa externa del complejo ovular. La corona radiada es una densa capa de células con una matriz intercelular compuesta por proteínas y una elevada concentración de hidratos de carbono, en especial ácido hialurónico.

## Adhesión a la zona pelúcida y penetración de esta.

La zona pelúcida tiene un grosor de 13  $\mu\text{m}$  en los seres humanos, consta de cuatro glucoproteínas (ZP<sub>1</sub> a ZP<sub>4</sub>). Las ZP<sub>2</sub> y ZP<sub>3</sub> se combinan para formar unidades básicas que se polimerizan en largos filamentos.

Una vez atravesada la corona radiada, se fijan con gran firmeza a la zona pelúcida mediante la membrana plasmática de su cabeza. Los espermatozoides se adhieren a una molécula de ácido silícico. Los lugares específicos de unión para estos receptores son moléculas presentes en la superficie de la cabeza del espermatozoide. En los mamíferos al momento de la unión a la zona pelúcida, los espermatozoides de estos sufren la reacción acrosómica. La reacción acrosómica en los mamíferos es estimulada por la molécula ZP<sub>3</sub>, estas moléculas actúan a través de proteínas G que pertenecen a la membrana plasmática de la cabeza del espermatozoide. Uno de los fenómenos iniciadores de ella es la entrada masiva de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) a través de la membrana plasmática de la cabeza del espermatozoide. Este proceso, acompañado de la entrada de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y de la salida de hidrogeno ( $\text{H}^+$ ), incrementa el pH intracelular.



Después se produce la fusión de la membrana acrosómica externa con la membrana plasmática que la cubre. A medida que se desprender las vesículas de las membranas fusionadas se libera el contenido enzimático del acrosoma, este ayuda a que el espermatozoide se abra camino a través de la zona pelúcida. Tras la reacción acrosómica, la membrana acrosómica interna forma la superficie externa que cubre la mayor parte de la cabeza del espermatozoide. Hacia la base de la cabeza (en la región ecuatorial), esta membrana se fusiona con la membrana plasmática postacrosómica para mantener su continuidad. Después de completarse la reacción acrosómica, el espermatozoide puede comenzar la penetración de la zona pelúcida. La enzima más importante es la acrosina, serinproteínasa ligada a la membrana acrosómica interna.

Cuando el espermatozoide ha atravesado la zona pelúcida y llega al espacio perivitelino puede establecer contacto directo con la membrana plasmática del óvulo.

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

Tras desplazarse a través del espacio perivitelino, el espermatozoide contacta con el óvulo. Los espermatozoides se adhieren a las regiones de la superficie del óvulo que contienen microvellosidades. Las regiones del óvulo alrededor del primer cuerpo polar y del huso de la metafase de la segunda división meiótica no contienen microvellosidades. Esto evita la fertilización del primer cuerpo polar y las interferencias con la segunda división meiótica y la formación del segundo cuerpo polar. La proteína Izumo se encuentra en la membrana acrosómica del esperma, durante la reacción acrosómica se traslada a la membrana plasmática. El traslado de esta y la reacción acrosómica son importantes ya que sin estas el espermatozoide no puede unirse al óvulo. Tras la fusión inicial, el contenido del espermatozoide se sumerge en el óvulo, mientras que su membrana plasmática, se incorpora a la membrana





plasmática de este último y permanece reconocible al menos hasta el inicio de la segmentación.

### Prevención de la poliespermia.

Cuando un espermatozoide se ha fusionado con un óvulo debe evitarse la entrada de otros o probablemente se produciría un desarrollo anómalo. En la fecundación suelen ocurrir dos bloqueos de la poliespermia, uno rápido y otro lento. El bloqueo rápido de la poliespermia, consiste en una despolarización eléctrica rápida de la membrana plasmática del óvulo. Impide que otros espermatozoides se adhieran a la membrana plasmática del óvulo. El bloqueo lento de la poliespermia depende en gran medida de los gránulos corticales, que son pequeñas vesículas unidas a la membrana que se desprenden del aparato de Golgi durante la ovogénesis. Los gránulos corticales están distribuidos justo debajo de la membrana plasmática del óvulo. Después de la entrada del espermatozoide, ondas sucesivas de  $Ca^{++}$  pasan al citoplasma del óvulo. Posteriores ondas de  $Ca^{++}$  inician el reclutamiento de ARN materno además de actuar sobre las células granulares de la cortical. La exposición al  $Ca^{++}$  produce la fusión de estas últimas con la membrana plasmática y la salida de su contenido al espacio perivitelino. Los polisacáridos liberados se hidratan y se hinchan, lo que hace que la zona pelúcida se eleve de la superficie del óvulo. La reacción de zona, elimina en esencia la capacidad de los espermatozoides para adherirse a la zona pelúcida y atravesarla.

### Activación metabólica del óvulo.

El espermatozoide introduce en el óvulo un factor soluble que estimula una vía que conduce a la secreción de pulsos de  $Ca^{++}$  dentro del citoplasma del óvulo. Además de iniciar el bloqueo de la poliespermia, la secreción de  $Ca^{++}$  estimula una rápida intensificación de la respiración y el metabolismo del óvulo mediante un intercambio de  $Na^{+}$  extracelular por  $H^{+}$  intracelular. Este cambio produce una elevación en el pH intracelular y un aumento en el metabolismo oxidativo.



## Desccondensación del núcleo del espermatozoide.

En el espermatozoide maduro la cromatina nuclear está muy compactada, debido en gran medida a los puentes disulfuro (-SS-) que se establecen durante la espermatogénesis entre las moléculas de protamina y el ADN para formar complejos. Después de que la cabeza del espermatozoide entre en el citoplasma del óvulo, la permeabilidad de su membrana nuclear comienza a aumentar, lo que permite a los factores citoplásmicos del óvulo actuar sobre el contenido nuclear del espermatozoide. Tras la reducción de los puentes -SS- de las protaminas a grupos sulfhidrilo (-SH) mediante el glutatión reducido en el citoplasma, las protaminas se separan de la cromatina del espermatozoide y esta comienza a desplegarse en el núcleo (pronúcleo) a medida que se aproxima al material nuclear del óvulo. Durante la fase de la formación del pronúcleo, el material genético de pro núcleo masculino sufre una desmetilación, mientras que la metilación se mantiene en el genoma femenino.





## - Segmentación e impronta parental. -

La fecundación libera al óvulo de un metabolismo lento y evita su desintegración final en el aparato reproductor femenino. Después de producirse, el cigoto experimenta un cambio metabólico llamativo y comienza un periodo de segmentación que dura varios días.

A lo largo del desarrollo, el embrión, rodeado por la zona pelúcida, es transportado por la trompa de falopio hasta el útero, donde se adhiere al revestimiento uterino seis días después. Los mamíferos, incluidos los humanos, han desarrollado estrategias únicas durante sus primeras etapas de desarrollo en comparación con invertebrados y vertebrados inferiores. Estos últimos generalmente depositan óvulos que contienen todos los nutrientes necesarios para el desarrollo independiente del embrión. Existen dos estrategias principales: La primera, adoptada por especies como *Drosophila* y algunos anfibios, consiste en completar el desarrollo temprano rápidamente, acumulando reservas moderadas de vitelo y fabricando maquinaria molecular necesaria antes de la fecundación. La segunda, utilizada por aves y reptiles, implica la producción de huevos grandes con suficiente vitelo para un desarrollo más lento. Una innovación clave en los mamíferos es el trofoblasto, establece la conexión nutritiva entre el embrión y la madre durante la segmentación, permitiendo que el embrión obtenga nutrientes externos y compensando la falta de yema en su huevo. La placenta es el resultado final de este tejido trofoblástico.

### Segmentación.

La segmentación en los mamíferos es un proceso lento que ocurre en días, con una división celular diaria durante los primeros dos días. Después de la etapa de dos células, la segmentación se vuelve asincrónica, formando una mórula cuando el embrión alcanza aproximadamente 16 células. Entre las etapas de 8 y 16 células, ocurre la compactación, donde las blastómeras externas se adhieren entre sí, perdiendo su identidad individual gracias a moléculas de adhesión activadas por calcio y a la



contracción de actomiosina. Cuatro días después de la fecundación, el embrión presenta cavitación, formando un espacio lleno de líquido llamado blastocoele y se convierte en blastocisto. Este blastocisto tiene dos tipos de células: el trofoblasto (capa externa) y la masa celular interna (grupo interno). El polo embrionario contiene la masa celular interna, que formará el cuerpo del embrión y estructuras extraembrionarias, mientras que el trofoblasto dará lugar a las estructuras extraembrionarias, incluida la placenta.

### Control molecular y genético y de los estadios iniciales de la segmentación

La segmentación en mamíferos es un periodo crítico donde ocurren eventos importantes para el desarrollo embrionario. Primero, se produce la transición del cigoto a los productos génicos maternos. Luego, las blastómeras se compactan, formando conexiones intercelulares y adoptando características epiteliales. Posteriormente, se polarizan, dividiéndose en dos tipos celulares: el trofoblasto y la masa celular interna. La investigación sobre estas etapas se ha centrado principalmente en ratones debido a la falta de información sobre Primates.

El embrión mamífero debe activar su genoma temprano porque tiene escasos ribosomas y ARN materno. La mayoría de los productos génicos maternos se degradan pronto, pero algunos estimulan la activación del genoma embrionario, generando ARN para más de 1.500 genes durante el estadio de cuatro células. No hay una transición abrupta entre la dependencia materna y el inicio de la transcripción embrionaria. Los ovocitos y espermatozoides son transcripcionalmente inactivos debido a la metilación del ADN. Después de la fecundación, hay una rápida desmetilación del genoma paterno y una más gradual del materno, alcanzando niveles máximos de desmetilación en el estadio de mórula. Este proceso de metilación afecta a los gametos e influye en los embriones.



Durante los primeros días tras la fecundación, la actividad transcripcional es baja y los embriones tienen limitada capacidad para traducir ARNm debido a la escasez de ribosomas en los ovocitos. Aunque los embriones haploides suelen morir durante la segmentación, se ha demostrado que el control del desarrollo inicial implica más que simplemente tener un conjunto diploide de cromosomas.

### Impronta Parental

La experimentación y la observación de alteraciones del desarrollo en ratones y humanos han demostrado que la expresión de ciertos genes varía según su origen, ya sea del óvulo o del espermatozoide, un fenómeno conocido como impronta parental. Se manifiesta de diferentes maneras. Ejemplo, al sustituir un pronúcleo en un óvulo de ratón por otro, se observa que el desarrollo es normal si ambos pronúcleos son del mismo tipo (masculino o femenino). Sin embargo, un cigoto con dos pronúcleos femeninos presenta problemas en la placenta y el saco vitelino, mientras que uno con dos pronúcleos masculinos sufre graves problemas de crecimiento. La impronta parental se establece durante la gametogénesis a través de la metilación del ADN en centros específicos, lo que causa una expresión diferencial de los alelos paternos y maternos. Estos genes improntados permanecen silenciados y no se desmetilan durante la fertilización. Aunque algunos genes presentan impronta parental no todos lo hacen; se estima que alrededor de 100 genes humanos están afectados. La relación clínica 4-1 examina síndromes asociados con este fenómeno.