

Desarrollo y Crecimiento Animal

Ejercicio # 3

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un embrión comienza al juntarse los gametos masculinos y femeninos. La combinación de ambos gametos resulta en la fecundación, la formación de un cigoto y el comienzo en sí del desarrollo.

Las especies que llevan acabo **fecundación externa** (peces, anfibios, erizos, corales, etc.) liberan muchos más gametos que aquellas especies que llevan a cabo **fecundación interna** (aves, mamíferos, algunos peces, etc.).

Para aumentar las probabilidades de lograr una fecundación exitosa, las especies que llevan acabo fecundación externa producen una cantidad enorme de gametos. Se debe recordar que los gametos son células modificadas y que generalmente estos son liberados en un medio donde las condiciones ambientales son hostiles e impredecibles.

Como es de esperarse, la tasa de fecundación en las especies que llevan acabo fecundación interna es más alta que las que recurren a la fecundación externa. La fecundación interna, salvo a algunas excepciones, no necesita de las enormes cantidades de gametos que se utilizan en la fecundación externa. Sin embargo resulta curioso que en los humanos donde se utiliza la fecundación interna un hombre es considerado "estéril" si posee menos de 20 millones de espermatozoides por mililitro de semen.

Una vez ocurre la fecundación (sin importar el tipo), los núcleos de los dos gametos haploides se fusionan y producen una célula diploide llamada **cigoto**. El cigoto es una célula muy especial, pues es una célula **totipotente**. Una célula totipotente posee la capacidad de dar origen a cada uno de los distintos tipos de células que forman parte del organismo adulto.

Por ejemplo, un cigoto humano tiene la información necesaria para dar origen a los billones de células que componen a un adulto, incluyendo las células de nuestra piel, corazón, sangre, hígado, ojos, cerebro, etc. Además posee la información para crear todas las enzimas y proteínas utilizadas en el metabolismo de estas células. Por lo tanto, el proceso de desarrollo es uno altamente organizado, el cual ocurre en una secuencia particular y da origen a distintos órganos basándose en prioridades funcionales y fisiológicas.

El tiempo que toman esos procesos y su secuencia es conocido en varios organismos. Entre las especies más estudiadas se encuentra el erizo de

mar. Una vez entran en contacto los gametos de los erizos solo toma 20 minutos fusionar los núcleos del óvulo y del espermatozoide. A los cuarenta minutos se comienza a sintetizar DNA. Noventa minutos después de la fecundación, ya la célula ha terminado su primera división mitótica, convirtiéndose en dos células.

La velocidad con que se realiza mitosis es diferente para cada especie y es afectada por un sinnúmero de factores. Por ejemplo, una especie hipotética "H" posee un ritmo de: 1 mitosis por cada 90 minutos. En un periodo de 24 horas esta llevaría a cabo mitosis una 16 veces ($[24h \times 60 \text{ min/h}] / 90 \text{ min/mitosis}$). Esto implicaría que bajo condiciones óptimas, en 24 horas una célula (el cigoto) se convertiría en más de 65 mil células ($2^{16} = 65,536$). Estas células ya no serán totipotentes, pero si **especializadas** o **determinadas** para alguna función específica.

En el laboratorio de hoy discutiremos el desarrollo de distintos organismos partiendo desde la **fecundación, segmentación ("cleavage")**, **mórula, blástula, gástrula** y terminando con la **organogénesis**.

OBJETIVOS

Al finalizar este ejercicio de laboratorio, se espera que el (la) estudiante:

- pueda reconocer, entender y ordenar cronológicamente las diferentes etapas del desarrollo temprano de embriones utilizando laminillas, modelos plásticos y carteles.
- se familiarice con el vocabulario utilizado en el estudio del desarrollo
- compare la gastrulación de peces, estrellas de mar y aves.
- reconozca los diferentes tejidos embrionarios de un ave.

MATERIALES Y EQUIPO

- Libro de Texto (Cap. 49)
- huevos de gallina fecundados con diferentes tiempos de incubación
- Microscopios: disección & compuesto
- laminillas de etapas embrionarias de estrella de mar, peces o anfibios

- instrumentos de disección
- modelos de desarrollo embrionario
- placas Petri o "finger bowls"

3. blástula temprana

MÉTODOS

Procedimiento 1.

Estudio del desarrollo animal.

El estudiante utilizará su libro de texto para estudiar la secuencia del desarrollo. Debe aprender los nombres de los procesos, las estructuras envueltas y su localización. Utilice como ayuda adicional las Figuras al final de la separata.

Procedimiento 2.

Desarrollo animal: Modelos y Laminillas.

El(la) profesor(a) del laboratorio les distribuirá unos modelos de desarrollo animal los cuales serán discutidos y complementados por la observación de laminillas preparadas. En el espacio provisto dibuje y rotule las diferentes etapas embrionarias observadas en las laminillas.

Realice los dibujos **sin estar rodeados por el círculo que forma el ocular**. Haga los dibujos tan grande y claros como pueda y rotule todas las partes que reconozca. Recuerde que estos dibujos usted los utilizará para estudiar.

4. blástula tardía

1. cigoto

5. gástrula

2. mórula

6. embrión

Procedimiento 3.
Defina los siguientes conceptos.

(Es deseable tenerlos contestados antes de llegar al laboratorio. Use su libro de texto. Puede hacer dibujos.)

1. fecundación interna -
2. fecundación externa -
3. mórula -
4. blástula -
5. gástrula -
6. ovíparo -
7. vivíparo -
8. ovovivíparo -
9. placa -
surco -
tubo neural -
10. marsupial -
11. monotremos -
12. placentarios -
13. segmentación -
14. blastómeros -
15. ectodermo -
endodermo -
mesodermo -
16. membranas extraembrionarias:
amnios, corión, alantoides, saco vitelino
17. segmentación holoblástica y meroblástica

Procedimiento 4.
Estudio del desarrollo animal utilizando un huevo de gallina fecundado.

Durante la última semanas se han estado colocando huevos de gallina fecundados en una incubadora eléctrica, la cual les provee la temperatura y humedad necesaria para que ocurra el desarrollo normal.

Para poder observar las etapas del desarrollo embrionario del pollito se obtendrán de dos a cuatro huevos fecundados por sección.

1. El huevo seleccionado será colocado en una placa Petri o un "finger bowl" descansando sobre su costado.
2. Utilizando una aguja de disección y unas pinzas comience a abrir una ventana. Tenga mucha precaución para evitar el perforar las membranas del embrión (existe la posibilidad de que el huevo se haya dañado, proteja su ropa).
3. Descarte los remanentes del cascarón. Identifique y dibuje las estructuras del embrión, utilizando como guía las **Figuras 49.7, 49.10 y 49.14** de su libro de texto. Su profesor(a) le indicará que hacer con el embrión luego de identificado.

Dibuje en este espacio el embrión del pollo
¿Qué estructuras pudo identificar en el embrión del pollito? de no haber un embrión, indique tres razones para ello.

Procedimiento 5. Preguntas de discusión

1. ¿Cuál es la importancia evolutiva del huevo amniótico (fig 49.14, pág. 1099)?
2. ¿Qué ventajas y desventajas ofrece este tipo de huevo? (al menos dos de cada una).
3. ¿Por qué los embriones de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos son similares en las primeras etapas del desarrollo embrionario? (Ver figura en página 9.)
4. Compare un óvulo humano con un huevo de gallina, mencione las diferencias y semejanzas.

Procedimiento 6. Integración de Conceptos.

Cada grupo discutirá los procesos de reproducción, desarrollo y crecimiento, comenzando con la gametogénesis, fecundación y terminando con la organogénesis. Siempre que pueda, utilice los nombres técnicos. Busque y estudie aquellos términos que no recuerde ahora. Luego, utilizando sus propias palabras, descríbalos y dibuje en este espacio un diagrama (mapa de conceptos) indicando los procesos más importantes con sus secuencias y como están relacionados entre ellos.

Procedimiento 7.
Desarrollo en el Erizo de Mar (Opcional)

En este ejercicio los estudiantes inyectarán una solución de cloruro de potasio para estimular los erizos a liberar sus gametos. Estos serán recogidos y preparados para realizar una fertilización "in vitro". Observarán y realizarán dibujos de los gametos. Una vez estén listos mezclarán gametos masculinos y femeninos sobre una laminilla y observarán las primeras etapas de desarrollo, principalmente la formación de la **membrana de fertilización**. Cada 30 minutos seleccionarán 5 cigotos al azar y obtendrán un promedio del número de células presentes en los embriones (Tabla 7.1).

1. Seleccione un erizo y colóquelo con las espinas hacia abajo, exponiendo la región bucal. Inserte la aguja de la jeringuilla en la región membranosa de la boca. Inyecte 1 ml de una solución de Cloruro de Potasio (0.5 M).
2. Coloque los erizos en un cristal de reloj y esté pendiente a la liberación de gametos desde la región **aboral**. Los espermatozoides son de color blanco y los óvulos color amarilloso.
3. Coloque las hembras sobre un vaso de precipitado que contenga agua de mar. De esta forma los óvulos serán lavados. Este proceso tomará varios minutos. Una vez la hembra termine, revuelva el agua y permita que los óvulos se depositen en el fondo del vaso de precipitado. Descarte el agua con cuidado y añada nueva. Repita el proceso de lavado y descarte el agua nuevamente para así concentrar los óvulos.
4. Coloque una muestra diluida de los óvulos sobre una laminilla y obsérvelos bajo el microscopio (utilice un cubreobjeto). Observe laminillas de óvulos y espermatozoides. Con un gotero recoja espermatozoides frescos y añadaselos a una laminilla con óvulos, observe a través de un microscopio y tome notas.

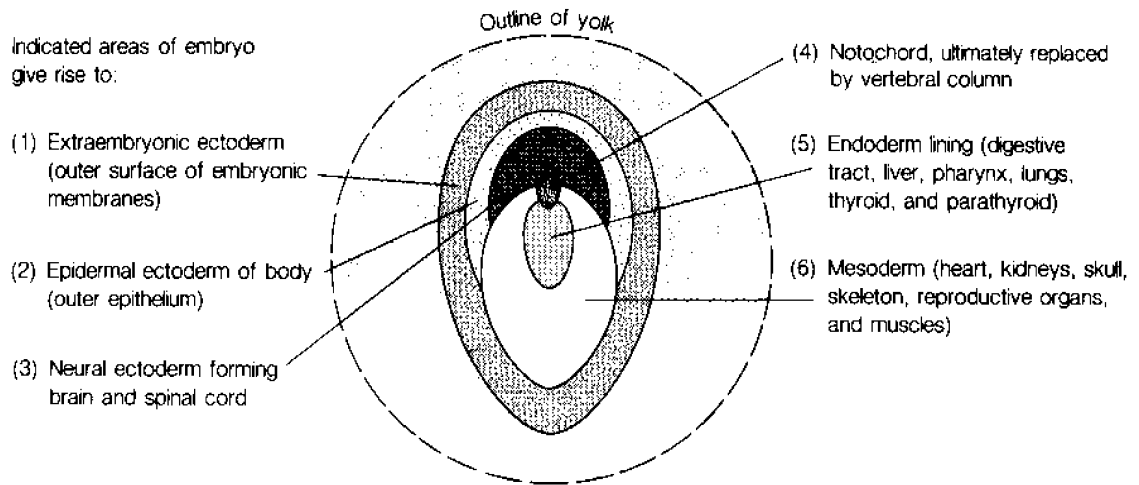
Tabla 7.1 Número de Blastómeros/ Tiempo

Tiempo (minutos)	Núm. Cel. Promedio
0 (0h)	
30 (0.5h)	
60 (1.0h)	
90 (1.5h)	
120 (2.0h)	
150 (2.5h)	

Procedimiento 7.1

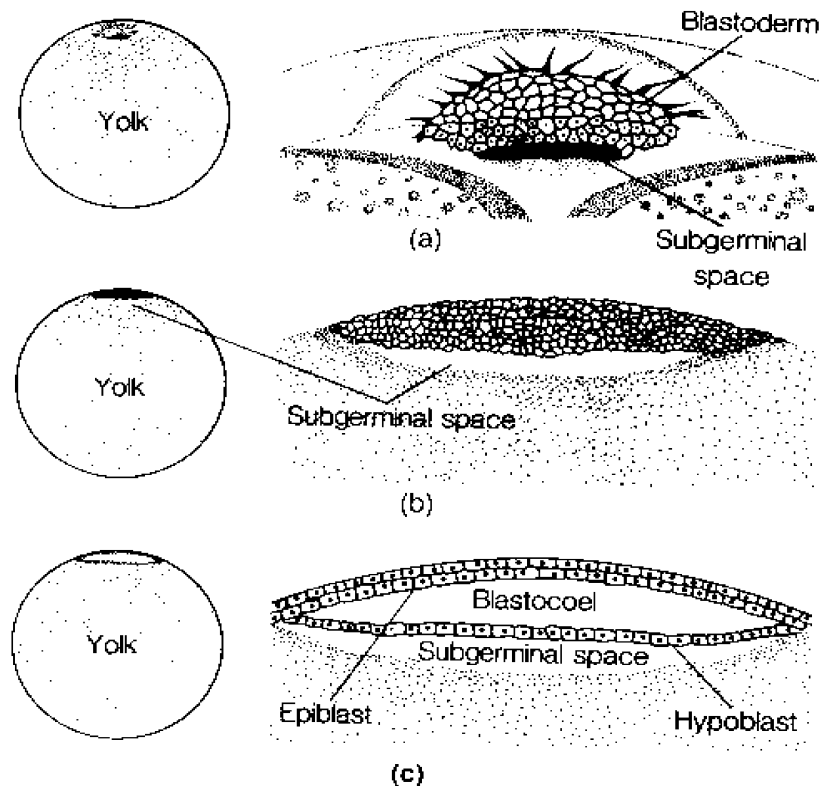
Realice en este espacio dibujos de los óvulos, espermatozoides, cigotos con membrana de fecundación y de las diferentes etapas de desarrollo.

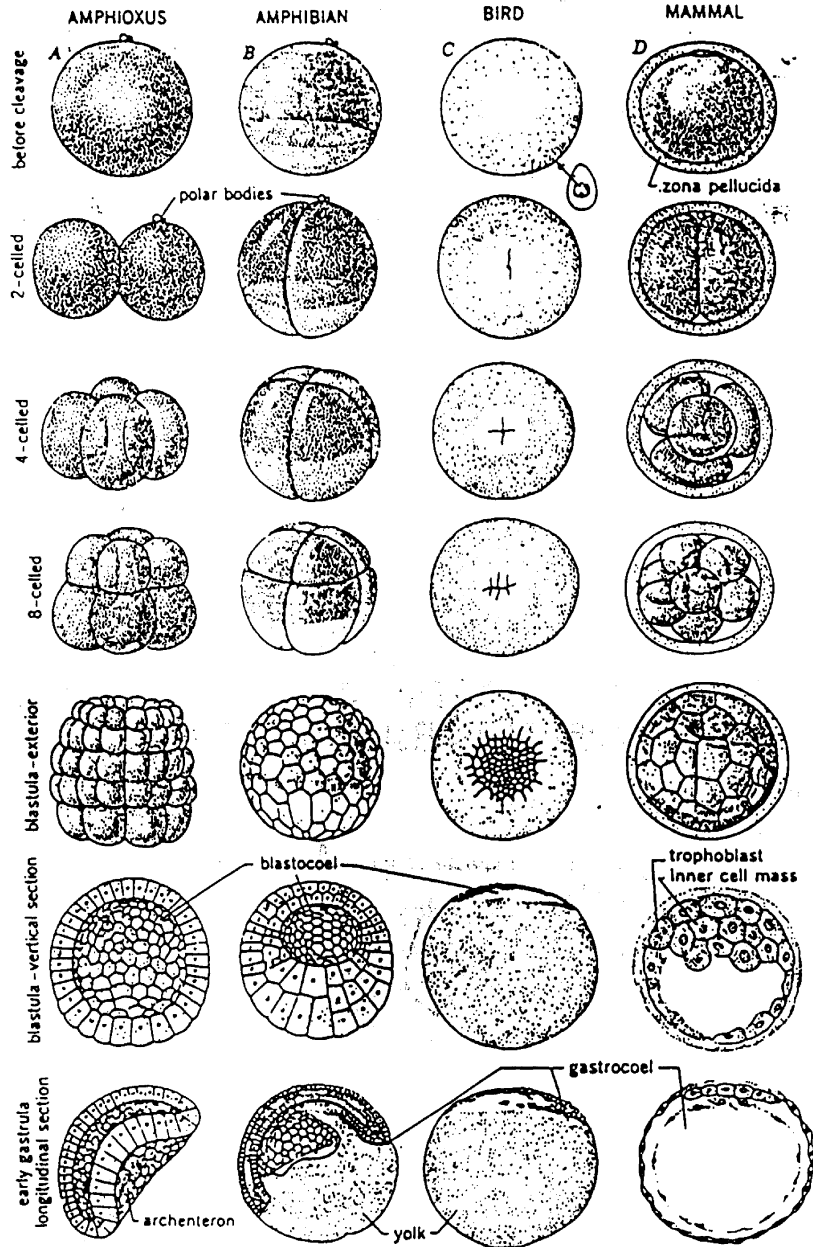
Diagram (fate map) of avian epiblast viewed from above showing which cells develop into which adult structures.



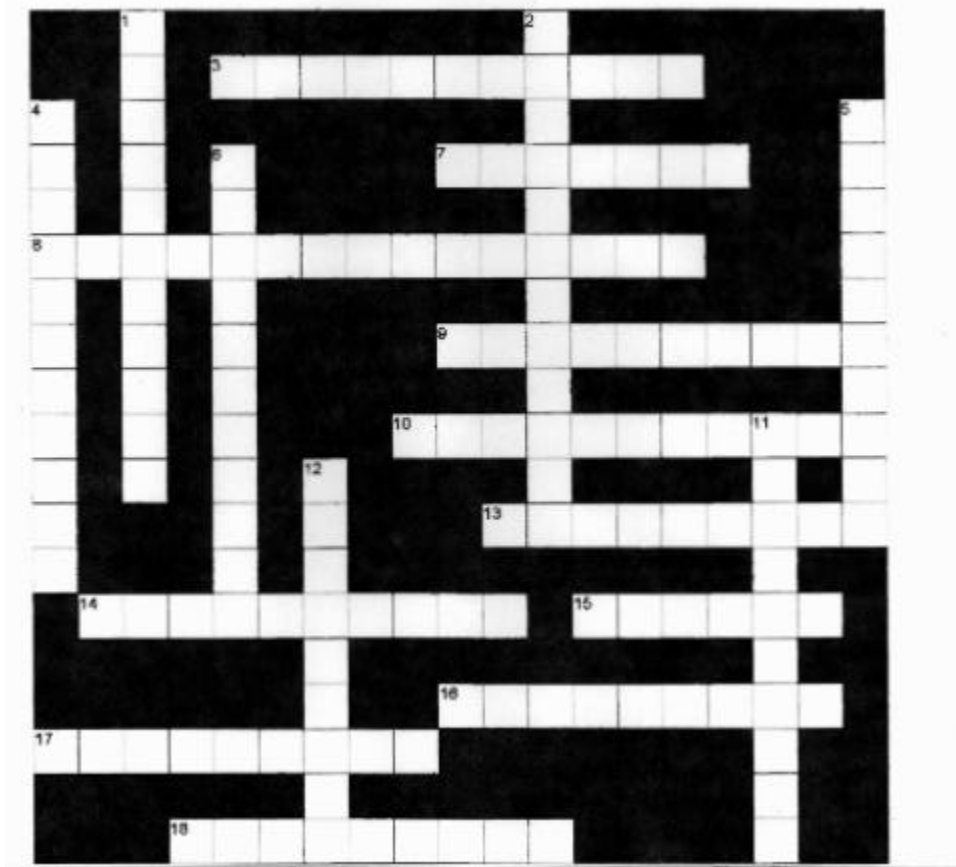
Gastrula formation from blastoderm in chick. (a) Blastoderm just prior to gastrula; (b) invagination at primitive groove during gastrulation as seen from above; (c) gastrula in cross section at line b--b in (b).

Side view of developing chick embryo.
 (a) Blastodisc confined to top of yolk. (b) Several cell layers accumulate. (c) A cavity appears in cell mass when blastula forms.





Sample stages of cleavage and gastrulation in eggs of chordates. (A) Amphioxus, cleavage holoblastic, little yolk; egg diameter 0.1 mm. (After Hatschek.) (B) Frog, modified holoblastic cleavage, much yolk; diameter 2 mm. (Various sources.) (C) Bird, meroblastic cleavage in small blastodisc on large yolk mass; diameter 30 mm. (After Blount; and Patten, *Early Embryology of the Chick*, McGraw-Hill Book Co.) (D) Mammal, cleavage holoblastic, practically no yolk; an outer trophoblast and inner cell mass formed in blastula; gastrula formed by migration of endoderm cells from inner cell mass (involution); egg surrounded during early cleavage by zona pellucida (from Graafian follicle of ovary), which later disappears. (After Gregory; and Patten, *Embryology of the Pig*, McGraw-Hill Book Co.)



Horizontal

- | | |
|---|---|
| 3. cavidad creada por gastrulación | 15. bola sólida de células |
| 7. bloques segmentados de mesodermo que se desarrollan a ambos lados del notocordio | 16. huevo de aves y de reptiles que no dependen del agua |
| 8. nombre que se le da a las membranas que no forman parte del embrión | 17. tejido germinal que formará el esqueleto y los músculos |
| 9. abertura que da al exterior de la gástrula | 18. significa desarrollo embriológico |
| 10. célula que puede dar origen a cualquier tipo de célula | |
| 13. tejido germinal que formará el tracto digestivo | |
| 14. tubo flexible presente sólo en los cordados | |

Vertical

- | |
|---|
| 1. cavidad en la etapa de blástula |
| 2. proceso por el cual un cigoto se divide en muchas células |
| 4. célula que tiene definido su futuro, pierde la habilidad de crear cualquier tipo de célula |
| 5. cada una de las células en la etapa de 2, 4 y 8 células |
| 6. nombre la blástula en los mamíferos |
| 11. formación del cordón nervioso dorsal |
| 12. tejido germinal que formará la epidermis y los ojos |

Preguntas Reto:

1. ¿Después de la formación de la gástrula se formarán los tres tejidos germinales! ¿Cuáles son? ¿Qué tejidos se desarrollarán a partir de estos?
2. ¿Qué tienen en común la cornea de los ojos, la piel, las uñas, los pelos, los dientes, las plumas y las escamas de los peces?
3. ¿La gastrulación en los humanos es igual a la de los demás vertebrados?
4. Busca información en el internet o en la biblioteca sobre organismos de los cuales se conoce completamente su proceso de desarrollo (mapa de desarrollo) y como lo hicieron.
5. Explica que se quiere decir con “La ontogenia recapitula la filogenia” y si este concepto aplica hoy día.

Recursos en el Internet

Fotos y películas del desarrollo de varias especies:

<http://www.ucalgary.ca/UofC/eduweb/virtualembryo/zoo.html>

<http://www.parentsoup.com/>

Videos

<http://www.anatomy.med.unsw.edu.au/cbl/embryo/movies/movies.htm>

En Español

<http://www.caminantes.net/web/biologia/reproduccion.htm>

Referencias

Cambell, Neil A. 1996. Biology. Fourth edition. The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc. 1206pp. California, USA. ISBN 0-8053-1940-9

Gunstream, Stanley E. 1996. Explorations in Basic Biology. Seventh edition. Prentice Hall, Inc. 523pp. New Jersey, USA ISBN 0-13-372939-7

Sugerencias a el (la) instructor(a):