

EMBRIOLOGÍA

EMBRIOLOGÍA: Estudio del crecimiento y diferenciación progresivos que tienen lugar durante las primeras etapas del desarrollo embrionario.

En los Metazoos se diferencian precozmente células germinales a partir de células somáticas. La unión de células germinales origina la siguiente generación. El cuerpo de los parentales muere y el ciclo vital comienza.

ONTOGENIA: Desarrollo de un individuo desde el huevo hasta la senectud. (Ontogénesis o Embriogénesis).

ESPECIES GONOCORÍSTICAS O DIOICAS: Presentan machos (con aparato genital masculino) y hembras (con aparato genital femenino).

ESPECIES HERMAFRODITAS O MONOICAS: Sólo tienen un tipo de individuo con aparato genital femenino y masculino.

Ovulíparos: La hembra pone óvulos no fecundados. La fecundación y el desarrollo embrionario son externos, en ambiente acuático. Se precisa un gran número de gametos y presentan una alta tasa de mortalidad.

Ovíparos: La hembra pone huevos fecundados. El desarrollo embrionario ocurre fuera del cuerpo de la hembra.

Ovovíviparo: La hembra retiene los huevos en el interior de su cuerpo y los pone cuando el desarrollo embrionario está próximo a su fin.

Vivíparo: Las hembras desarrollan la placenta y el desarrollo embrionario se da dentro del útero de la hembra.

Metagénesis: Existe una alternancia de generaciones sexuadas y asexuadas.

Partenogénesis: El óvulo se desarrolla sin haber sido fecundado.

Arrenótica- origina sólo machos.

Teliótica - origina sólo hembras.

Deuterótica - que puede originar hembras o machos.

Pedogénesis: Consiste en el desarrollo del óvulo dentro de un estado larval, sin haber sido fecundado.

Neotenia: Se trata de la reproducción sexual de larvas que han desarrollado sus gónadas.

Poliovulación: Cuando se presentan más de una cría por cada camada; cada una de ellas procede de un óvulo fecundado. Las crías pueden ser de distinto sexo y su material genético es diferente.

Poliembrionia: Cuando se presentan más de una cría por cada camada pero éstas proceden de un mismo óvulo que después de las primeras divisiones se parte. Las crías presentan el mismo sexo y el mismo material genético.

REPRODUCCIÓN GAMÉTICA: Implica de producción de células especiales (**gametos**); su unión o la de sus núcleos.

Gameto: Célula sexual haploide y madura; se distinguen los femeninos (**Macrogametos, óvulos**, grandes e inmóviles) y masculinos (**Microgameto, espermatozoides**, pequeños y móviles).

Isogámicos: Grupos animales que producen gametos femeninos y masculinos idénticos.

Heterogámicos: Grupos en los que ocurre una diferenciación morfológica entre los gametos.

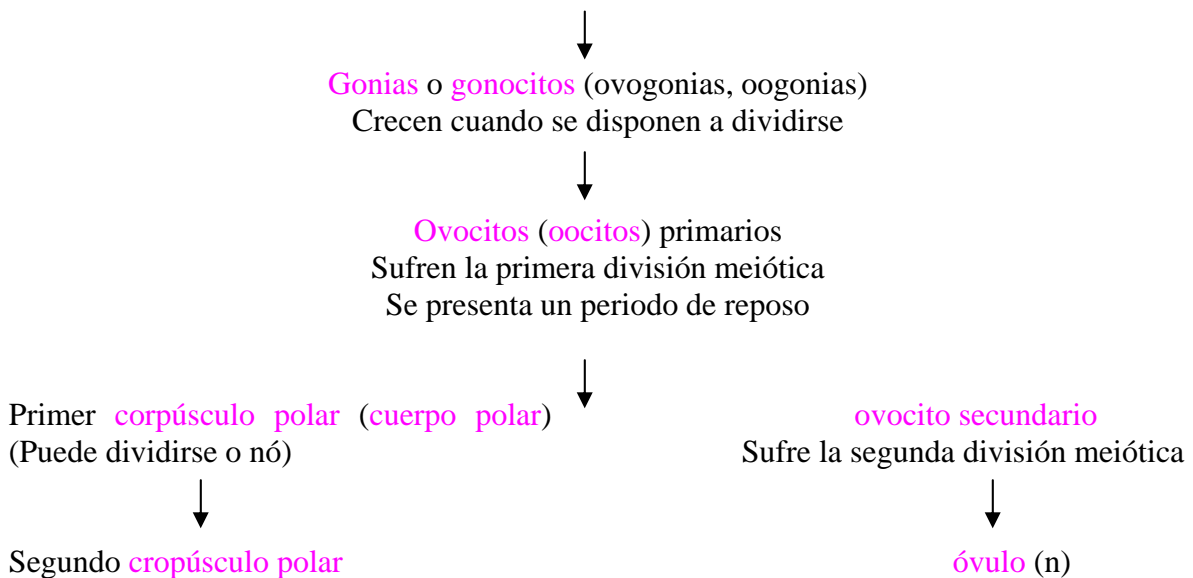
GAMETOGENÉISIS: Proceso de formación de los gametos.

Difusa: En cualquier parte del cuerpo. **Localizada:** En las gónadas.

OOGÉNESIS

Células germinales o **primordiales** (suelen ser mayores que las células somáticas) ($2n$).

Se dividen por mitosis en un periodo de multiplicación.



- En la **oogénesis** la célula huevo retiene todo el citoplasma y los cromosomas excedentes se eliminan en los corpúsculos polares. Los corpúsculos polares permanecen adosados al óvulo y terminan por atrofiarse o reabsorberse; se podrían considerar como óvulos abortivos. Es posible que la emisión de los cuerpos polares ocurra durante el proceso de fecundación.

- Durante el proceso se acumula sustancia de reserva (**vitelo**).

DEUTOPLASMOGÉNESIS (= VITELOGÉNESIS): Formación y acumulación de sustancias de reserva (**vitelo** o **deutoplasma**).

Solitaria: En el citoplasma del oocito.

Alimentaria: En otras fuentes (Ej. células vitelógenas).

ESPERMATOGÉNESIS

Células germinales o **primordiales** (suelen ser mayores que las células somáticas) ($2n$).
Se dividen por mitosis en un periodo de multiplicación.



Gonias o **gonocitos** (**espermatogonias**)
Crecen, cuando se disponen a dividirse, aunque no tanto como el óvulo.



Espermatocitos primarios
Sufren la primera división meiótica
No se presenta un periodo de reposo



Espermatocito secundario
Sufre la segunda división meiótica



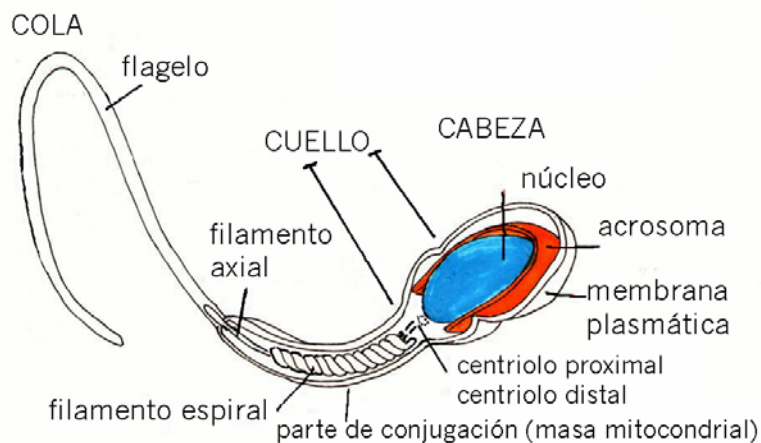
Espermátidas

ESPERMOHISTOGÉNESIS: Transformación de las características morfológicas de las espermátidas que las transforma en espermatozoides. El núcleo se mantiene; los centriolos se transforman en el centriolo proximal, distal y en el filamento axial. El material mitocondrial y el citoplasma se eliminan en parte y se transforman en el filamento espiral. El aparato de Golgi forma el acrosoma.



Espermatozoides (n)

En la espermatogénesis la división citoplásmica es igual y se producen cuatro espermatozoides por espermatogonia.



DIFERENCIACIÓN: Proceso por el que el cigoto desarrolla un animal complejo; está establecido hereditariamente en el organismo. El desarrollo procede desde lo más general a lo más específico; se adquieren primero los caracteres desde el del grado más alto de la jerarquía (clase, orden, familia, género, especie).

ESTADOS: Fecundación; segmentación, blastulación, gastrulación, diferenciación y crecimiento.

FECUNDACIÓN = FERTILIZACIÓN:

- Encuentro de los gametos.
- Unión de los gametos para formar el cigoto.
- Penetración.
- Activación del macrogameto.
- Singamia (unión de los núcleos).
- Formación de membrana de fecundación.

Autofecundación: Fecundación entre óvulos y espermatozoides de un mismo individuo.

Fecundación cruzada: Fecundación entre dos individuos hermafroditas.

Fecundación externa: En el exterior del cuerpo de la hembra.

Fecundación interna: En el interior del cuerpo de la hembra.

Partenogénesis: Los óvulos se desarrollan sin fecundación. Desarrollo de un embrión sin la participación de espermatozoides.

En la fecundación sólo penetra en el óvulo un espermatozoide; por cualquier parte o por el **micropilo** (pequeño orificio que une el óvulo con la pared del ovario). En el punto de penetración se puede distinguir un cono de atracción. Suelen penetrar la cabeza y el cuello. En el citoplasma del óvulo se experimenta la reacción de fecundación: contracción del huevo, plasmolisis, aumento de permeabilidad, deshidratación, aumento de viscosidad, redistribución de los componentes citoplásmicos que eliminan un sol coloidal (líquido perivitelino, capa hialina) e intensificación de los procesos oxidativos. Se forma la membrana de fecundación.

ESTRUCTURA DEL HUEVO:

Núcleo, vesícula citoplásmica, vitelo o deutoplasma (glucídico, lipídico o proteico), capa cortical: pasa las sustancias al interior del oocito, conserva la integridad del óvulo al abandonar el ovario, determina la polaridad y la simetría del embrión y los primeros movimientos morfogenéticos.

El huevo está desnudo o rodeado de **membranas:**

Primarias: formadas por el mismo óvulo.

Membrana vitelina

Capa gelatinosa

Secundarias: formadas por las membranas foliculares. Son quitinosas o córneas.

Corion

Terciarias: formadas por el tracto genital. Pueden adquirirse después de la fecundación.

Los óvulos pueden carecer de vitelo, tenerlo en mayor o menor medida o estar acompañados por células vitelógenas que son portadoras de vitelo.

TIPOS DE HUEVOS:

Oligolecitos (Isolecitos, Alecitos) – pequeños, pobres en vitelo y con una distribución homogénea del vitelo y el citoplasma.

Heterolecitos – Medianamente provistos de vitelo.

Telolecitos (Polilecitos, Megalecitos) – Muy ricos en vitelo. El vitelo se concentra en el polo vegetativo y el núcleo y el citoplasma en el polo animal.

Centrolecitos – Muy ricos en vitelo. El vitelo se localiza en la periferia del huevo y el núcleo y el citoplasma en el centro. Durante la segmentación hay una migración del vitelo al centro del huevo.

SEGMENTACIÓN: Es la división del cigoto que origina los blastómeros. Estos se agrupan en una **mórula** que tiene casi el mismo tamaño que el cigoto.

TIPOS DE SEGMENTACIÓN:

A. **TOTAL (HOLOBÁSTICA)** – Afecta a todo el huevo.

PARCIAL (MEROBLÁSTICA) – Afecta sólo a una parte del huevo.

B. **IGUAL** – Todos los blastómeros son del mismo tamaño.

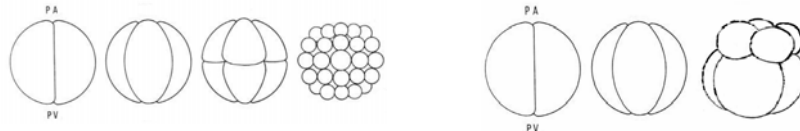
DESIGUAL – Hay dos tipos de blastómeros: grandes (**Macromeros**) y pequeños (**Micromeros**).

C. **IRREGULAR** - Hay una disposición desorganizada de los blastómeros.

REGULAR - Los blastómeros se organizan según dos modelos:

RADIAL: Los blastómeros se agrupan en hileras verticales y horizontales dejando surcos meridianos y latitudinales.

ESPIRAL: Los blastómeros se disponen, alternándose, en capas horizontales dejando surcos oblicuos en relación al eje de polaridad del huevo.

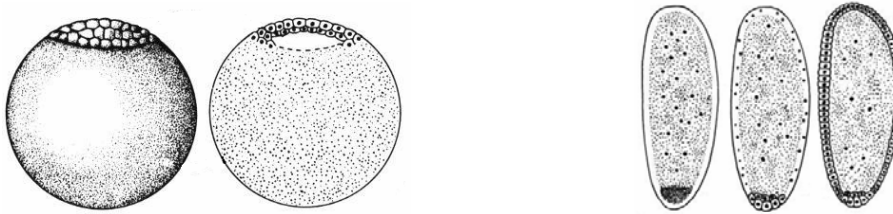


D. **DETERMINADA (MOSAICO)** – El destino final de cada blastómero está fijado desde las primeras etapas de la segmentación.

INDETERMINADA – No está prefijado el destino final de cada blastómero.

E. **BISIMÉTRICA (BIRRADIAL)** – Los dos primeros planos de segmentación (meridianos) constituyen los planos de simetría del embrión. Ctenóforos.

- F. **BILATERAL** - El primer plano de segmentación corresponde al plano de simetría del animal. Tunicados.
- G. **DISCOIDAL** – Se divide un disco de citoplasma en el polo animal del huevo formando un disco de blastómeros (blastodermo o blastodisco)
SUPERFICIAL – El huevo se divide varias veces sin que aparezcan límites celulares. Los núcleos alcanzan el citoplasma periférico y se disponen formando una capa sincitial. Después se forman los límites celulares y se delimita un blastodermo periférico alrededor del vitelo central no segmentado.



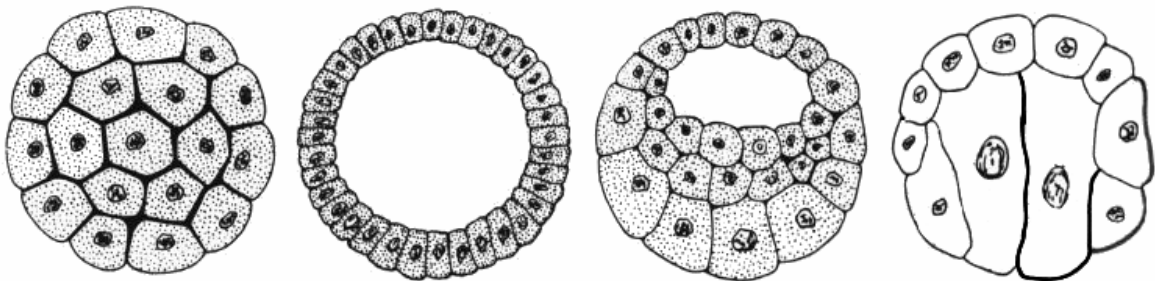
BLASTOGÉNESIS = BLASTULACIÓN: Formación de la blástula; los blastómeros de la mórula se reagrupan dejando una cavidad central, el blastocele.

Celoblástula – Con blastocele en el interior, centrado (Regular) o más próximo al polo animal (Irregular).

Esteuroblástula – Blastocele virtual, repleto de blastómeros.

Discoblástula – Se forma a partir de la segmentación discoidal.

Periblástula – Con blastocele virtual. Se forma a partir de la segmentación superficial.



GASTRULACIÓN - Es el proceso de formación de la **gástrula**. Consiste en la migración de los blastómeros que origina dos capas: una externa (**ectodermo**) y otra interna (**endodermo**).

Tipos de gastrulación:

EMBOLIA o **INVAGINACIÓN** – El polo vegetal penetra en el blastocele que normalmente se reduce y llega a desaparecer.. Se forma una nueva cavidad (**arquenteron**) con una abertura (**blastoporo**).

EPIBOLIA o **RECUBRIMIENTO** – Los micrómeros del polo animal se multiplican activamente y terminan por rodear a los macrómeros del polo vegetativo que quedan en una posición interna. El blastoporo es el límite de avance de los micrómeros y puede desaparecer cuando termina la epibolia. Arquéteron está delimitado por los macrómeros.

DELAMINACIÓN – La capa de la blástula se separa en dos, una externa y otra interna. No hay blastoporo y el arquéteron se abre secundariamente.

INMIGRACIÓN – Algunas células de la blástula emigran al interior del blastocele.

PROLIFERACIÓN POLAR – Los blastómeros del polo vegetativo proliferan en el interior del blastocele y los del polo animal los recubren por epibolia.

FORMACIÓN DEL MESODERMO

Método **TELOBLÁSTICO**: Asociado a la segmentación espiral. El mesodermo se forma a partir de dos células (teloblastos 4d) que migran al blastocele y forman dos bandas sólidas. Protóstomos.

Método de **BANDAS MESODÉRMICAS DERIVADAS**: Se forman dos bandas sólidas a partir de un conjunto de células situadas alrededor del blastoporo. Típico de artrópodos. Se considera una modificación del anterior.

Método **ENTEROCÉLICO**: El mesodermo se forma a partir de una o dos evaginaciones del arquéteron. Deuteróstomos.

Método **LAMELAR**: El mesodermo crece como un estrato aplastado de células alrededor del blastoporo. Típico de vertebrados. Se considera una modificación del anterior.

Método **MESENQUIMAL**: Las bandas mesodérmicas se forman en masas más o menos aisladas. (Foronídeos).

FORMACIÓN DEL CELOMA

ESQUIZOCELIA: Por fragmentación de las bandas mesodérmicas.
(teloblástico, bandas derivadas, lamelar)

ENTEROCELIA: Se forma simultáneamente con el mesodermo; procede de las bolsas originadas por la evaginación del arquéteron.
(enterocélico)

MESENQUIMAL: El mesénquima se agrupa dejando una cavidad en el interior. Se considera una variante del método esquizocélico.

MORFOCORESIS – Es el conjunto de movimientos morfogenéticos que originan el **embrión**. Una vez formado éste empieza a crecer y sus tejidos se agrupan para formar órganos. Por lo general la polaridad del huevo determina la polaridad del embrión; el polo animal origina las estructuras anteriores y el polo vegetativo las posteriores. Diferenciación: Es la aparición de estructuras que no existían en estados anteriores.

Larva: Embrión de vida libre, con apariencia y conducta diferentes a las del adulto. Para pasar a la forma juvenil y luego adulta sufren **metamorfosis**.

Desarrollo indirecto: Es un desarrollo con larvas.

Desarrollo directo: Es un desarrollo sin larvas. Se desarrolla directamente un juvenil.

TIPO DE HUEVO		SEGMENTACIÓN	BLÁSTULA	GASTRULACIÓN
Oligolecito Isolecito Alecito	Invertebrados Mamíferos (marsupiales) (placentarios)	Holobásticos Total (Igual) Total (Desigual)	Celoblástula (regular) (irregular)	Embolia Delaminación Proliferación polar
Heterolecito	Moluscos Anélidos Anfibios	Holoblásticos Total (Desigual)	Celoblástula (irregular) Esteuroblástula (blastocele virtual)	Epibolia
Telolecito Polilecito Megalecito	Aves Reptiles	Meroblásticos Parcial (Discoidal)	Discoblástula	
Centrolecito	Artrópodos	Meroblásticos Parcial (Superficial)	Periblástula (blastocele virtual)	
	Vertebrados superiores			Inmigración

Protóstomos	Deuteróstomos
Blastoporo origina la boca	Blastoporo origina el ano.
Ano de neoformación.	Boca a partir del estomodeo.
Segmentación determinada, espiral	Segmentación indeterminada, radial
Gastrulación por epibolia	Gastrulación por embolia
Formación mesodermo: teloblástica (4d)	Formación mesodermo: enterocélica
Formación celoma: esquizocelia	Formación celoma: enterocelia
Cadena nerviosa ventral – Gastroneuralia	Cadena nerviosa dorsal - Notoneuralia
Larva trocófora	Larva dipleúrola

En protóstomos hay una primera formación de ectomesodermo (mesoblasto larval) que contribuye a la formación de las estructuras larvarias y puede persistir en las estructuras del adulto. Es comparable y probablemente procedente del ectomesodermo de los radiados.

GASTRONEURALIA: El sistema nervioso deriva, al menos en parte, del órgano apical larvario. Presentan un par de cordones nerviosos longitudinales ventrales. Protóstomos.

NOTONEURALIA: Pierden el órgano apical larvario. El sistema nervioso se origina de un área longitudinal dorsal. Cordados.

HETERONEURALIA: Lofoforados, Equinodermos y Hemicordados.