

**Biología del desarrollo**

Código: 100783  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500250 Biología	OT	4	0

**Contacto**

Nombre: Joaquim Martí Clúa  
Correo electrónico: Joaquim.Marti.Clua@uab.cat

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: español (spa)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: No  
Algún grupo íntegramente en español: No

**Equipo docente**

Aurora Ruíz Herrera Moreno  
Ignasi Roig Navarro

**Prerequisitos**

Dominar los contenidos de las asignaturas previas de Histología, así como las bases de Biología Celular y Molecular. Es recomendable que los estudiantes tengan unos conocimientos básicos de Biología Celular y Molecular. Para poder cursar esta asignatura es necesario que el estudiante haya s

**Objetivos y contextualización**

Biología del Desarrollo es una asignatura de cuarto curso, de carácter optativo, que desarrolla los fundamentos celulares y moleculares de los procesos que conducen a la formación de un animal a partir del óvulo fecundado. Ha sido diseñada suponiendo que el estudiante tiene los conocimientos básicos de Histología que le permitan alcanzar una visión integradora del origen y desarrollo del organismo animal hasta que ya manifiesta su estructura adulta o es capaz de llevar una vida independiente.

Finalmente, hay que señalar que "Biología del desarrollo" es una asignatura teórico-práctica. Esto hace posible relacionar continuamente los conceptos científico-teóricos con los contenidos de las prácticas.

Objetivos de la asignatura:

1. Comprender las características citofisiológicas de los gametos animales que permiten la fecundación y la subsiguiente viabilidad del cigoto.
2. Conocer en términos de biología celular la diversidad de los mecanismos implicados en el desarrollo embrionario animal.
3. Distinguir los principales procesos morfo-genéticos y su cronología embrionaria.
4. Conocer las bases de la embriología experimental y sus modelos experimentales.
5. Adquirir el concepto integrado del establecimiento del plan corporal embrionario.
6. Comprender los principios de la organogénesis embrionaria desde una perspectiva morfo-funcional.
7. Conocer la génesis y el significado biológico de los diferentes anexos embrionarios.
8. Identificar al microscopio las etapas sucesivas del desarrollo embrionario de varios

## Competencias

- Analizar e interpretar el desarrollo, el crecimiento y los ciclos biológicos de los seres vivos
- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organización y planificación.

## Resultados de aprendizaje

1. Capacidad de análisis y síntesis
2. Capacidad de organización y planificación
3. Describir las bases celulares del desarrollo embrionario
4. Explicar los procesos de división, migración, diferenciación y muerte celular
5. Identificar microscópicamente etapas del desarrollo de embriones animales

## Contenido

### CLASES DE TEORÍA

#### I. INTRODUCCIÓN

1. El desarrollo de los seres vivos. Esquema general del desarrollo embrionario animal. El patrón corporal. Niveles de organización celular.

#### II. LOS ORÍGENES DE UN NUEVO INDIVIDUO

2. **Espermatozoide.** Patrones morfofuncionales. Espermatozoides flagelados. Espermatozoide tipo primitivo. El espermatozoide tipo modificado como modelo de mamíferos. Diversidad filogenética del tipo modificado. Espermatozoides aflagelados. Significado funcional del acrosoma y del filamento acrosómico. Espermatogénesis.

3. **Óvulo.** Ovogénesis y actividad nuclear. Organización estructural del oocito. Estructura y naturaleza del vitelo. Tipos de huevos en relación al vitelo: oligolecitos, heterolecitos, telolecitos y centrolecitos. El huevo alecito. Organización estructural del oocito maduro: polos animal y vegetal.

4. **Cubiertas ovulares.** Matriz extracelular del oocito. Características de la capa vitelina. Origen y desarrollo de las cubiertas ovulares: patrones filogenéticos. El albumen y la cáscara del huevo de aves. Componentes celulares de la "corona radiata" de mamíferos.

5. **Fecundación y cigoto.** Procesos preparatorios a la fecundación. Reacción acrosómica del espermatozoide. Capacidad fusogénica del oolema. Pronúcleos. Fusión o sincronización nuclear. Prevención de la polispermia. Reacción cortical. Activación ovular.

### III. PLURALIDAD CELULAR

6. **Mecanismos del desarrollo embrionario.** Expresión génica diferencial. Proliferación y diferenciación celular. Interacciones y movimientos celulares. Determinación celular. Inducción y competencia. Moléculas señal: morfógenos. Inhibidores extracelulares. Información posicional. Polaridad del embrión: ejes y planos de referencia.

7. **Segmentación.** Esquema general del proceso. Subdivisión del cigoto: blastómeros. Características del ciclo de división celular. Mórula. Patrones de segmentación holoblástica y meroblástica. Blástula y blastocele. Potencialidad de los blastómeros. Territorios presuntivos y mapas de destino.

8. **Gastrulación.** Formación de las hojas blastodérmicas. Embrión triblástico y patrón corporal. Arquenteron y blastoporo. Movimientos morfogenéticos: invaginación, recubrimiento, involución, delaminación e ingreso. Diferenciación de los blastómeros y expresión del genoma embrionario.

### IV. MODELOS DE EMBRIOGÉNESIS

9. **Desarrollo temprano en equinodermos.** Segmentación y blastogénesis. Territorios presuntivos. Gastrulación. Ingreso de las células del mesénquima primario. Fibronectina y migración celular. Invaginación de la placa vegetal. Formación del mesénquima secundario. Arquenteron. Polaridad del embrión.

10. **Predeterminación del eje corporal en anfibios.** Rotación cortical del cigoto: el "creciente gris". Segregación de determinantes citoplasmáticos maternos. Simetría bilateral del cigoto.  $\beta$ -catenina y dorsalización.

11. **Segmentación en anfibios.** Divisiones celulares y polaridad animal/vegetal del óvulo. Blastogénesis. Integridad funcional de los blastómeros. Territorios presuntivos en la blástula.

12. **Gastrulación en anfibios.** Surco blastopórico: invaginación de las células en botella. Tapón vitelino: internamiento del futuro endodermo vitelino. Involución del presunto mesodermo. Fibronectina y migración celular. Epibolia del presunto ectodermo. Línea germinal.

13. **Regulación en anfibios.** El organizador embrionario (de Spemann). Labio blastopórico dorsal. Morfógenos maternos en hemisferio vegetal. Inducción mesodérmica. El centro de Nieuwkoop.

14. **Desarrollo temprano en peces.** Segmentación. Blastodisco y célula vitelínica. Epibolia del blastodermo. Capa sincitial vitelina. Gastrulación: el "escudo embrionario".  $\beta$ -catenina y organizador embrionario.

15. **Segmentación en aves.** Divisiones celulares en el blastodisco. Blastodermo, espacio subgerminal y vitelo. Regionalización del blastodisco: áreas pelúcida y opaca. Blastogénesis: epi- e hipoblasto. Zona marginal posterior e hipoblasto secundario: predeterminación de la polaridad embrionaria. Territorios presuntivos del epiblasto

16. **Gastrulación en aves.** La línea primitiva: el nudo de Hensen. Extensión y regresión de la línea primitiva. Ingreso de células epiblasticas: endodermo y mesodermo. El creciente germinal.

17. **Regulación en aves.** Relación línea primitiva-hipoblasto secundario. El nudo de Hensen como organizador embrionario. Actividad inductora de la zona marginal posterior (centro de Nieuwkoop). Efecto inhibitor del hipoblasto primario.

18. **Segmentación en mamíferos.** Desarrollo pre- y postimplantacional. Activación precoz del genoma embrionario. Compactación. Segregación espacial: embrio- y trofoblasto. Cavitación de la mórula: el blastocisto. Blastogénesis: epi- e hipoblasto. Relación lecitocelo-saco vitelino. Implantación superficial o intersticial.

19. **Gastrulación en mamíferos.** Desarrollo de la línea primitiva. Formación del disco germinativo trilaminar. Línea germinal. Placa cordal. Cavitación del cordamesodermo. Huevocilíndrico de roedores. Predeterminación del eje corporal.

## V. ORGANOGENESIS

20. **Neurulación.** La placa neural: células neuroectodérmicas. Biomecánica del plegamiento neural. Destino del neuroectodermo: tubo neural y células de las crestas neurales. Inducción neural: cordamesodermo y endomesodermo faríngeo. Antagonismo inducciones neural y epidermal: proteínas difusibles.

21. **Plegamiento corporal en amniotas.** Desarrollo de los pliegues corporales embrionarios. Relación plegamientos corporal y neural. Delimitación porciones embrionarias y extraembrionarias: el pedúnculo vitelino. Portales intestinales. Encorvadura del embrión.

22. **Desarrollo del tubo neural.** Origen del sistema nervioso central. Morfogénesis de encéfalo y médula espinal. Histogénesis: neuroepitelio germinal y patrón tripartito. Cortex cerebeloso. Neocórtex. Inducción y especificación dorso-vental. Regulación patrones ántero-posteriores.

23. **Derivados de la cresta neural.** Regionalización de las crestas neurales. Vías migratorias celulares. Diferenciación celular. Origen del sistema nervioso periférico. Pluripotencialidad celular.

24. **Desarrollo del mesodermo.** Mesodermo axial. Mesodermo paraxial: somitas. Inducción, segregación y destino de las regiones somíticas. Mesodermo intermedio: aparato excretor. Placas laterales y celoma. Angiogénesis. Origen del corazón.

25. **Derivados endodérmicos.** Diferenciación celular y destino de las bolsas faríngeas. El tubo digestivo primitivo. Componentes epiteliales de los aparatos digestivo y respiratorio.

## VI. ANEJOS EMBRIONARIOS

26. **Anejos embrionarios de amniotas.** Constitución de las membranas extraembrionarias: somatopleuras y esplancopleuras. Celoma extraembrionario. El área vasculosa de aves. Saco vitelino de aves: esplancopleura y vitelo. Mesodermo esplácnico: angiogénesis y hematopoyesis. Relación de la circulación sanguínea vitelina con la embrionaria.

27. **Amnios y corion de aves.** Plegamiento corioamniótico: somatopleuras extraembrionarias. El Amnios. Origen mixto del corion: epibolia del área opaca y plegamiento amniótico. Ectodermo coriónico.

28. **Alantoides de aves.** Origen y crecimiento del alantoides en el celoma extraembrionario. Membrana corioalantoica: angiogénesis en el mesodermo. Intercambios respiratorios y transporte de calcio. Relación de la circulación sanguínea alantoica con la embrionaria.

29. **Anejos embrionarios de mamíferos.** El saco vitelino: hipoblasto y revestimiento del lecitocelo. Amnios y corion. Trofoblasto y constitución del corion. Amniogénesis por plegamiento y por cavitación. Modelos humano y de roedores.

30. **Alantoides de mamíferos.** El mesodermo alantoico: diferenciación vascular y su relación con la circulación sanguínea del embrión. Tráfico de nutrientes y gases respiratorios.

31. **Placenta.** Significado funcional de las placentas materna y fetal. La placenta corioalantoica. Vellosidades coriónicas. Constitución tisular de la barrera placentaria. La conexión feto-madre: placentas decidua e indecidua.

## CLASES PRÁCTICAS

Práctica 1. Fecundación y desarrollo embrionario temprano en invertebrados: análisis microscópico.

Práctica 2. Desarrollo embrionario de anfibios: análisis microscópico.

Práctica 3. Desarrollo temprano y neurulación de aves: análisis microscópico.

## Metodología

Los contenidos de Biología del desarrollo comprenden clases teóricas magistrales, seminarios y clases prácticas.

### Clases de teoría

El programa de teoría se impartirá en 36 clases. Se realizarán utilizando material audiovisual preparado por el profesor, material que los alumnos tendrán a su disposición en el Campus Virtual.

### Seminarios

Los 3 seminarios programados están diseñados para que los alumnos trabajen en grupos reducidos, y adquieran habilidades de trabajo en grupo y de razonamiento crítico. El alumnos se dividirán en grupos para trabajar un tema concreto del programa para la posterior presentación oral y discusión colectiva. La organización de los grupos y el reparto de temas a tratar se realizará durante la primera clase. En los seminarios, algunos grupos de alumnos deberán entregar por escrito el tema propuesto al profesor. Los mismos grupos de alumnos expondrán oralmente el tema al resto de la clase con los medios disponibles en el aula. La bibliografía que deben utilizar los alumnos, así como los trabajos científicos relacionados con los temas, se encontrarán recogidos en el Campus Virtual. La asistencia a los seminarios es obligatoria.

### Tutorías

Las tutorías se realizarán de forma personalizada en el despacho del profesor (horario a convenir). Las tutorías deben utilizarse para clarificar conceptos, asentar los conocimientos adquiridos y facilitar el estudio por parte de los alumnos. También pueden aprovecharse para resolver dudas que los alumnos tengan sobre la preparación de los seminarios.

### Clases prácticas

Las sesiones prácticas se impartirán en grupos reducidos de alumnos (de unos 20 por sesión) en el laboratorio. Están diseñadas para complementar la formación teórica. Comprenden el diagnóstico microscópico y entrega individual de cuestionarios.

Los estudiantes dispondrán de un manual de prácticas (Campus Virtual) detallado al inicio del curso. Para conseguir un buen rendimiento y adquirir las competencias correspondientes de esta asignatura es imprescindible una lectura comprensiva de la práctica propuesta antes de su realización.

El seguimiento de la clase práctica también implicará la recopilación individual de las observaciones microscópicas en un dossier de actividades (Campus virtual)

La asistencia a las prácticas es obligatoria.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
<b>Tipo: Dirigidas</b>			
Clases magistrales	36	1,44	3, 4
Prácticas de laboratorio	12	0,48	5, 1, 2
Seminarios	3	0,12	3, 1, 2
<b>Tipo: Supervisadas</b>			
Tutorías supervisadas	5	0,2	3, 4

### Tipo: Autónomas

Estudio	60	2,4	3, 4, 1, 2
Preparación de seminarios	25	1	3, 4, 1, 2
Resolución de cuestionarios i diagnóstico de prácticas	2,5	0,1	5, 1, 2

## Evaluación

Las competencias de esta asignatura serán evaluadas mediante evaluación continua, la cual incluirá pruebas individuales de conocimientos teóricos y prácticos y seminarios realizados en grupo.

El sistema de evaluación se organiza en tres apartados, cada uno de los cuales se evalúa de forma independiente y tendrá asignado un peso específico en la calificación final de la asignatura:

**Pruebas escritas** (70% de la nota global): En este apartado se evalúa individualmente con exámenes tipo test los conocimientos adquiridos por parte de cada alumno. Se realizarán dos pruebas parciales, eliminatorias de materia, a lo largo del curso y una prueba final de recuperación (ver programación de la asignatura). Los alumnos que hayan obtenido una nota inferior a 4 (sobre 10) en cualquiera de estas pruebas no podrán ponderar con la nota obtenida en los seminarios y, por tanto, deberán realizar el examen de recuperación en la prueba de madurez final.

**Seminarios** (10% de la nota global): En este apartado se evalúa la capacidad de análisis y de síntesis de los alumnos de cada grupo, así como las habilidades de trabajo en grupo y de presentación oral.

Los seminarios se valoraran de la siguiente manera.

- (I) Trabajo escrito 50%. El profesor evalúa, sobre 10, los trabajos entregados por cada grupo de alumnos.
- (II) Presentación oral 20%. El profesor evalúa, sobre 10, las habilidades de cada grupo de alumnos en la presentación pública de su trabajo.
- (III) Cualificación intergrupo 15%. Cada grupo de alumnos evalúa, sobre 10, los grupos que realizan la exposición oral del trabajo.
- (IV) Cualificación intragrupo 15%. Dentro de cada grupo, cada alumno evalúa, sobre 10, a sus compañeros en el último seminario.

La asistencia a los seminarios es obligatoria. En caso de no asistir a alguna de las sesiones, por causa no justificada, habrá una penalización en la calificación final de los seminarios:

- Ausencia 1 sesión = reducción del 20% de la nota.
- Ausencia 2 sesiones = reducción del 40% de la nota.
- Ausencia 3 sesiones = reducción del 80% de la nota.

**Prácticas**(20% de la nota global). En este apartado se evaluará individualmente los conocimientos prácticos adquiridos por cada alumno

Las prácticas se valorarán de acuerdo con 2 modalidades:

(I) Evaluación de los Contenidos al final de cada práctica (50% de la nota). Habrá Responder en un tiempo limitado a un Cuestionario y al Diagnóstico de estructuras microscópicas.

La nota se obtiene del promedio de las cualificaciones obtenidas en cada práctica.

(II) Prueba global de diagnóstico microscópico (50% de la nota)

Esta prueba consistirá en el diagnóstico de estructuras microscópicas propuestas a lo largo del curso.

Para poder ponderar las notas obtenidas en estas dos modalidades, será imprescindible que el alumno obtenga una calificación igual o superior a 4 puntos (sobre 10) en cada una de ellas.

Las prácticas son obligatorias. En caso de no asistir a alguna de las sesiones, sin causa justificada, la nota correspondiente de la práctica será de 0.

Los alumnos que hayan obtenido una nota final inferior a 5 (sobre 10) no podrán ponderar con las notas correspondientes a los exámenes de teoría y los seminarios y, por tanto, deberán realizar un examen escrito

de recuperación en la prueba de madurez final (ver programación de la asignatura). Este examen de prácticas consiste en una prueba de diagnóstico de imágenes microscópicas y resolución de cuestiones.

La asistencia a las sesiones prácticas (o salidas de campo) es obligatoria". El alumnado obtendrá la calificación de "No Avaluable" cuando su ausencia sea superior al 20% de las sesiones programadas.

### **Superación de la asignatura**

Para aprobar la asignatura se deben cumplir los dos requisitos siguientes:

(I) obtener, como mínimo, 5 puntos sobre 10 en el cómputo global de las pruebas escritas de teoría y de los seminarios.

(II) obtener, como mínimo, 5 puntos sobre 10 en las prácticas.

La presentación del estudiante a cualquier examen de recuperación (teoría y / o prácticas) conlleva la renuncia a la calificación obtenida previamente.

Para participar en la recuperación, el alumnado debe haber estado previamente evaluado en un conjunto de actividades el peso de las cuales equivalga a un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura o módulo. Por tanto, el alumnado obtendrá la calificación de "No Avaluable" cuando las actividades de evaluación realizadas tengan una ponderación inferior al 67% en la calificación final.

### **Alumnos repetidores**

Respecto la superación de la asignatura por parte de los repetidores, no será necesario volver a repetir las pruebas escritas, los seminarios o las prácticas si el alumno hubiera obtenido previamente una nota mínima de 5 en cualquiera de estas pruebas. Esta exención se mantendrá por un periodo de tres matrículas adicionales.

## **Actividades de evaluación**

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Pruebas escritas de teoría	Peso 70%	5	0,2	3, 4, 1, 2
Seminarios	Peso 10%	0,5	0,02	3, 4, 1, 2
prácticas de laboratorio	Peso 20%	1	0,04	5, 1, 2

## **Bibliografía**

### **TEXTOS**

Balinsky, B.I.: Introducción a la Embriología (ed. Omega).

Carlson, B.M.: Embriología Básica de Patten (ed. Interamericana- McGraw Hill).

Carlson, B.M.: Embriología Humana y Biología del Desarrollo (ed. Harcourt).

Eynard, A.R. y col.: Histología y Embriología del ser humano (ed. Panamericana).

Gilbert, S.F.: Biología del Desarrollo (ed. Panamericana).

Müller, W.A.: Developmental Biology (ed. Springer).

Sadler, T.W.: Langman Embriología médica. Con orientación clínica (ed. Panamericana).

Slack, J.M.W.: Essential Developmental Biology. (ed. Blackwell).

Wolpert, L. y col.: Principios del Desarrollo (ed. Panamericana).

### **ATLAS**

Freeman, W.H. & Bracegirdle, B.: Atlas de embriología (ed. Paraninfo).

Schoenwolf, G.C.: Laboratory studies of vertebrate and invertebrate embryos (ed. Prentice Hall).

Schoenwolf, G.C. and Mathews, W.W.: Atlas of descriptive embryology (ed. Pearson Education, Inc.).