

## Biología del Desarrollo

**Sitio web del curso:** <http://bcelular.fcien.edu.uy/cursos/curso-de-biologia-del-desarrollo-1>

### Coordinador del curso:

Dr. Flavio R. Zolessi (Prof. Agregado de Biología Celular, Facultad de Ciencias; Inv. G4, PEDECIBA Biología, Subárea Biología Celular y Molecular)  
Sección Biología Celular (<http://bcelular.fcien.edu.uy/>)  
Facultad de Ciencias, Piso 7N  
25258618, Int. 7144 – 7145, [fzolessi@fcien.edu.uy](mailto:fzolessi@fcien.edu.uy)

### Objetivo del curso:

La Biología del Desarrollo tiene como cometido general la comprensión de los fenómenos celulares y moleculares que subyacen a todos los procesos del desarrollo embrionario y post-embrionario de los organismos multicelulares.

El curso está organizado en módulos temáticos que incluyen clases teóricas, seminarios de discusión bibliográfica y prácticos experimentales, concentrándose cada uno en temas específicos de la Biología del Desarrollo. Luego de un Módulo Introductorio, donde se repasan aspectos esenciales del desarrollo temprano, sobre todo de metazoarios, siguen una serie de módulos especializados que no pretenden, en su conjunto, cubrir todos los aspectos temáticos de la Biología del Desarrollo, sino mostrar, a través de la profundización en temas y preguntas puntuales, cómo se aproximan los investigadores modernos a preguntas de la disciplina. Entre estos temas se encuentran la expresión génica diferencial, la biología reproductiva, el desarrollo del sistema nervioso, las células madre o troncales, además de algunos módulos variables dedicados a sistemas experimentales particulares.

### Esquema temporal y modalidad:

El curso se dictará a lo largo del segundo semestre de 2020 (duración 13 semanas), con clases teóricas / seminarios los martes y viernes de 10 a 12, y prácticas con horarios variables según las aproximaciones experimentales a desarrollar (con una carga horaria promedio de aproximadamente 4 horas semanales). Todas las actividades de teóricos, seminarios y talleres se dictarán a distancia, usando plataformas web, mientras que habrá varias prácticas presenciales, limitadas en el número de estudiantes que pueden participar. La carga horaria semanal es, entonces de unas 8 horas por semana, con un total aproximado de 100 horas de docencia directa en el curso completo.

ATENCIÓN: Dadas las condiciones actuales, en el marco de la pandemia de Covid-19, proponemos un esquema en que los estudiantes podrían optar por hacer el curso completo (100-104 horas; 12-13 créditos), o solamente teóricos, seminarios y talleres no presenciales (64 horas; 8 créditos).

### Temario desarrollado:

1- **Clases introductorias** – Flavio Zolessi y María José Arezo - Dos clases teóricas iniciales en las que se dará una introducción a la Biología del Desarrollo y sus principales métodos experimentales, y al proceso de fecundación. 4 horas.

2- **Introducción al desarrollo animal** – Responsable Flavio Zolessi, con Gonzalo Aparicio (Asistente Biología Celular) - Conceptos básicos de desarrollo embrionario temprano (clivaje, gastrulación, neurulación) en diversos grupos taxonómicos de animales, con énfasis en las especies de uso más corriente en investigación. También se presentan algunos de los métodos más habitualmente usados en Biología del Desarrollo.

Consiste en 4 teóricos/seminarios (8 horas) y 1 práctico que abarca dos semanas, semi-presencial (8 horas).

PRÁCTICO: Métodos de cultivo y manipulación de embriones tempranos de pollo. Cultivo de New y EC. Método de ventana. Seguimiento de linajes celulares: trazadores lipofílicos y electroporación de ADN para expresar proteínas fluorescentes. Aproximaciones morfológicas al estudio de embriones.

**3- Biología del Desarrollo en peces anuales: características particulares** – Responsable María José Arezo (Asistente Biología Celular; G3 PEDECIBA) - El objetivo central de este módulo está focalizado en conocer las características singulares del desarrollo embrionario de los peces anuales que los define como organismos con embriones extremófilos. Poseen la capacidad de desarrollarse activamente frente a condiciones ambientales muy variables que la mayoría de las especies no resistiría o que provocarían un desarrollo embrionario anormal. Este grupo de peces ofrece una oportunidad incomparable para estudiar la evolución de fenotipos alternativos del desarrollo (desarrollo directo vs. diapausa) y alta tolerancia a factores de estrés medioambientales (ej. hipoxia severa, sequía). Se analizarán distintas aproximaciones experimentales utilizadas para responder preguntas en este campo del conocimiento desde el enfoque de la Biología del Desarrollo.

Consiste en 3 clases teóricas, 1 seminario (8 horas) y 2 actividades prácticas/talleres a distancia (6 horas).

PRÁCTICOS/TALLERES: Peces anuales en el laboratorio: mantenimiento, reproducción, obtención, y cultivo de embriones en condiciones control e inducción de diapausa. Análisis de secuencias mediante abordajes transcriptómicos. Elaboración de posibles hipótesis y discusión de aproximaciones experimentales a implementar para explorar las hipótesis de trabajo propuestas aplicables a este grupo de peces.

**4- Expresión Génica Diferencial** – Responsable José Sotelo-Silveira (Prof. Adjunto Biología Celular; G4 PEDECIBA) - Conceptos básicos sobre expresión génica diferencial en Biología del Desarrollo, con énfasis en el desarrollo del sistema nervioso. La diferenciación de motoneuronas como ejemplo para el estudio de redes tridimensionales de expresión génica diferencial determinantes en la diferenciación de un tipo celular. Cómo estudiar la expresión génica diferencial utilizando aproximaciones de tipo transcriptómicas mediante microarrays y RNA-seq.

Consiste en 2 teóricos (4 horas), 1 de seminario de discusión bibliográfica (2 horas) y 2 instancias de práctico/taller a distancia (6 horas).

PRÁCTICO: Análisis informático de la expresión génica diferencial durante tres etapas de la diferenciación de la corteza cerebral.

**5- Células Troncales** – Responsable Cecilia Mathó (Asistente Biología Celular; G3 PEDECIBA) - Conceptos generales sobre células troncales en el embrión y en el adulto. Manipulaciones para reprogramar células troncales in vitro.

Consiste en clases teóricas, seminarios de discusión de artículos (8 horas) y clases prácticas semi-presenciales (8 horas).

PRÁCTICO: Evaluación de la migración celular utilizando líneas celulares de cáncer de próstata.

**6- Mecanismos conservados del desarrollo** – Responsable Uriel Koziol (Prof. Adjunto Biología Celular; G3 PEDECIBA) - Filogenia animal. Patrones de desarrollo en grupos animales: clivaje, gastrulación, mecanismos de especificación inductivos vs. intrínsecos. Otros caracteres tradicionales. Vías de señalización conservadas en animales y sus roles en el desarrollo. Modelos de

biología del desarrollo no vertebrados. Establecimiento de ejes antero-posterior, dorso-ventral, e izquierda-derecha. Establecimiento de la identidad de regiones corporales y "genes maestros". Reconstrucción de Urbilateria (antepasado de todos los animales bilaterales). Células madre y origen de la línea germinal. Regeneración.

Cuatro actividades teóricas y de seminarios (8 horas) y práctico semi-presencial (10 horas).

**PRÁCTICO:** Mantenimiento en el laboratorio del ciclo de vida del parásito *Hymenolepis microstoma*. Análisis de proliferación celular mediante marcación con análogos de timidina en el parásito *Hymenolepis microstoma*. Análisis de expresión génica mediante inmunofluorescencia.

**7- Diferenciación Neural** – Responsable Flavio Zolessi - Profundización en conceptos esenciales para entender el desarrollo del sistema nervioso en vertebrados, y su comparación con invertebrados. Rol de la polaridad celular en procesos del desarrollo del sistema nervioso, neurogénesis, migración neuronal, polarización neuronal. Crecimiento y guía axonal.

Consiste en 1 clase exclusivamente teórica, 3 clases compartidas entre teórico y seminarios de discusión bibliográfica (8 horas), y varios días de actividades prácticas semi-presenciales (10 horas).

**PRÁCTICO:** Polaridad celular y diferenciación neuronal en el pez cebra (*Danio rerio*). Breve introducción teórica al pez cebra como especie experimental. Uso y manipulación de embriones transgénicos. Microinyección de embriones con morfolidos. Marcado fluorescente y observación de fenotipos mediante microscopía convencional, de epifluorescencia y confocal.

**Colaboradores del curso:** Gonzalo Aparicio, Lucía Veloz, Nicolás Papa, Matías Preza, Jimena Montagne, Inés Guarnaschelli.

### **Bibliografía:**

a) *Básica*. Gilbert, S.F. Developmental Biology. 10ª a 12ª eds. (2013-2019) Sinauer Associates, Inc. Publishers. Acceso libre a la 6a edición en inglés: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9983>

b) *Complementaria o alternativa*

Carlson, B.M. Embriología básica de Patten. 5ª ed. (1990), Ed. Interamericana, México.

Wolpert, L. (y otros) Principios del Desarrollo. (2010) Ed. Panamericana.

c) Artículos utilizados en las discusiones y otros recomendados por los docentes de cada módulo.

### **Sistema de evaluación del curso:**

#### **a) Características de las evaluaciones**

Informes de módulos prácticos, presentación y participación en seminarios - Ganancia del curso

Examen final escrito, práctico y teórico - Aprobación del curso

Examen escrito, 2:30 horas: Dos preguntas de práctico; 5 preguntas de Teórico. Puntaje de aprobación 6/12 puntos.

**b) Porcentaje de asistencia requerido para aprobar el curso:** 75% (las actividades de asistencia obligatoria son los seminarios, talleres y prácticos; los teóricos son de asistencia libre).