

## Programa del Curso de Biología del Desarrollo

Facultad de Ciencias  
Universidad de la República

Dirigido a Licenciaturas en Ciencias Biológicas, Bioquímica y Biología Humana

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

### Créditos asignados:

Lic. Ciencias Biológicas: 12

Lic. Bioquímica: 12

Lic. Biología Humana: 13

### Área del conocimiento o área temática dentro del plan de estudios:

Lic. Cs. Biológicas: Área Biología Celular y Molecular

Lic. Bioquímica: Área Biología

Lic. Biol. Humana: Área Ciencias Biológicas

### Responsable del curso:

Dr. Flavio R. Zolessi

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)

### Contenidos previos recomendados:

Conocimientos sólidos de biología celular.

### Conocimientos sugeridos:

Biología general, evolución, biología animal, fisiología y biología molecular.

### Objetivo del curso:

#### a) En el marco del plan de estudios

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. Por lo tanto, aunque es una asignatura integrativa y que por lo tanto es recomendable cursar hacia el final de la carrera, forma parte del conjunto de conocimientos que son esenciales para un Licenciado en las ciencias de la vida.

#### b) En el marco de la formación profesional

Tanto por su contenido teórico, como por las herramientas experimentales que se exploran en el práctico, se trata de un curso que aporta importantes conocimientos en la formación profesional de los Licenciados en Ciencias Biológicas, Biología Humana o Bioquímica, sin importar las especializaciones por las que opten los profesionales antes o después de graduarse.

#### c) Conocimientos o metodologías que se pretenden desarrollar en el curso

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.

## **Temario desarrollado**

**1- Módulo Introductorio** - Conceptos básicos de fecundación y 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 5 teóricos y 1 práctico que abarca dos semanas (de la segunda a la tercera semana del curso).

**PRÁCTICO 1:** 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.

**2- Expresión Génica Diferencial** - 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, 2 instancias de práctico y 1 de seminario de discusión bibliográfica.

**PRÁCTICO 2:** Análisis informático de la expresión génica diferencial durante tres etapas de la diferenciación de la corteza cerebral.

**3- Células Madre en Desarrollo y Cáncer** - Conceptos generales sobre células madre en el embrión y en el adulto. Manipulaciones para reprogramar células troncales in vitro.

Consiste en clases teóricas, clases prácticas y seminarios de discusión de artículos.

**PRÁCTICO 3:** Evaluación de la migración celular utilizando líneas celulares de cáncer de próstata

**4- Biología de la Reproducción** - El objetivo central de este módulo es profundizar en aspectos relativos a la determinación y diferenciación del sexo, origen y desarrollo de la línea germinal así como estrategias reproductivas. Se analizan 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 y 2 actividades prácticas.

**PRÁCTICO 4:** Biología del Desarrollo en peces anuales: características particulares. Introducción a la biología particular del desarrollo en peces anuales. Peces anuales en el laboratorio: mantenimiento y reproducción. Obtención, observación y cultivo de embriones. Análisis de aproximaciones experimentales aplicables a este grupo de peces. Análisis de aspectos relativos a la estrategia reproductiva en dos especies de peces teleósteos. Observación y análisis comparado de preparados histológicos de ovarios y testículos de dos especies de peces teleósteos, micrografías electrónicas e interpretación de geles en poliacrilamida. Análisis de aproximaciones experimentales que permiten resolver diferentes preguntas relativas a células de la línea germinal y estrategias reproductivas.

**5- Diferenciación Neural** - 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, y varios días de actividades prácticas.

**PRÁCTICO 5** - 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 morfolinós. Marcado fluorescente y observación de fenotipos mediante microscopía convencional, de epifluorescencia y confocal.

**6- Mecanismos conservados del desarrollo** -

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". Mecanismos de segmentación. Reconstrucción de Urbilateria (antepasado de todos los animales bilaterales). Células madre y origen de la línea germinal. Regeneración.

**PRÁCTICO 6** – 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- Desarrollo Vegetal** - Conceptos generales del desarrollo de plantas angiospermas, *Arabidopsis thaliana* como ejemplo.

Consiste en 1 teórico, 1 práctico y 1 seminario de discusión bibliográfica.

PRÁCTICO 7: Observación y manipulación de embriones y adultos de *Arabidopsis thaliana*.

## **8 – Desarrollo en *Caenorhabditis elegans***

## **9 – Desarrollo en *Drosophila***

### **Bibliografía:**

#### **a) Básica**

Gilbert, S.F. Developmental Biology. 7ª a 10ª eds. (2006-2013) 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. Principios del Desarrollo. (2010) Ed. Panamericana.  
Artículos utilizados en las discusiones y otros recomendados por los docentes de cada módulo.

### **Modalidad de cursada:**

Curso presencial teórico-práctico.

### **Carga horaria total:**

114 horas.

### **Carga horaria detallada:**

**a) Horas aula de clases teóricas y/o seminarios** - 4 horas semanales, 15 semanas

**b) Horas aula de clases prácticas de laboratorio** – Variable, promedio de casi 4 horas semanales, 14 semanas

### **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

**b) Porcentaje de asistencia requerido para aprobar el curso:** 75%

#### **c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total**

Examen: Aprobación de una pregunta de práctico; Teórico: 3/12 puntos.

### **Sistema de evaluación de la asignatura:**

#### **a) Características de la evaluación**

Examen escrito, incluyendo teórico y práctico: 2:30 horas, preguntas semi-abiertas.

#### **b) Puntaje mínimo**

3 (RRR)

#### **c) Modo de devolución o corrección de las pruebas**

Informes de práctico: se devuelven corregidos a la semana siguiente.

Examen práctico: una pregunta que debe ser aprobada.

Examen teórico: Se responden 4 preguntas de 5. Cada pregunta vale 3 puntos. Reprueba con dos o más preguntas con puntaje 0. Calificación, suma de puntajes individuales de preguntas (máximo 12, aprueba con 3 o más).