

# GENÉTICA DEL DESARROLLO

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
DOCENTE GENÉRICO	Genética del desarrollo	1º	1º	4	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
Rafael Jiménez Medina Federico Zurita Martínez Francisco Barrionuevo Jiménez			Departamento de Genética, Fac. Ciencias.		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Miercoles de 10:00-12:00		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Genética y Evolución					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Licenciado en alguna de las Ciencias Biológicas (Biología, Farmacia, Medicina, Veterinaria, etc.)					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)					
<p>Conceptos básicos de Biología y Genética del Desarrollo. Análisis genético del desarrollo. Sistemas modelo: <i>Caenorhabditis elegans</i>, <i>Drosophila melanogaster</i>, pez cebra y ratón. Control de la expresión génica. Control de la proliferación y la diferenciación celular. Migración celular y apoptosis en el desarrollo. Establecimiento de las líneas somática y germinal. Autonomía celular versus interacciones celulares. Genes de efecto materno. Embriogénesis y desarrollo larvario. Análisis clonal. Mapas de destino e información posicional. Diferenciación en el eje antero-posterior. Genes cigóticos, compartimentos y segmentación. Genes homeóticos: complejos homeóticos en distintos modelos experimentales. Diferenciación en el eje dorso-ventral. Morfogénesis y organogénesis. Regulación hormonal del desarrollo. Aproximaciones genómicas en el análisis del desarrollo.</p>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p><b>GENERALES:</b></p> <p>CT1. Adquirir una comprensión sistemática de los distintos campos de estudio de la Genética y de la Biología del Desarrollo y un dominio en las habilidades y métodos de investigación propios de estas disciplinas científicas y de sus aplicaciones.</p> <p>CT2. Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios o multidisciplinares, los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas relacionados con el área de estudio de las distintas ramas de la Genética y de la Biología de Desarrollo.</p> <p>CT3. Desarrollar habilidades de análisis y síntesis de la información científica, incluyendo capacidades de comprensión, razonamiento y crítica científica, así como de expresión oral, debate y argumentación lógica.</p>					

- CT4. Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de investigación y artículos científicos.
- CT5. Formular con cierta originalidad hipótesis razonables.
- CT6. Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CT7. Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CT8. Desarrollar habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CT9. Aplicar el método científico en la investigación.
- CT10. Trabajar eficazmente en equipo.
- CT11. Trabajar de forma organizada y planificada.
- CT12. Demostrar motivación por la calidad.
- CT13. Tener creatividad.
- CT14. Incrementar la conciencia social y solidaria, así como el sentido ético de la ciencia y de sus aplicaciones.
- CT15. Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la investigación.

### **ESPECÍFICAS:**

- CEG1. Adquirir una comprensión sistemática de cómo se lleva a cabo el análisis genético clásico molecular y cromosómico así como un dominio en las habilidades y métodos de investigación propios de las diferentes disciplinas de la Genética del Desarrollo
- CEG2. Aplicar los conocimientos de la Genética del Desarrollo y de sus diferentes ramas de estudio en ámbitos como la evolución o la biomedicina.
- CEG3. Desarrollar habilidades para la resolución de casos prácticos, relacionados con los distintos enfoques de la Genética del Desarrollo, tanto desde el punto de vista básico como aplicado, utilizando el método reflexivo para la resolución de problemas complejos.
- CEG4. Desarrollar aptitudes para la interrelación entre los diferentes enfoques de estudio de la Genética del Desarrollo.
- CEG5. Tener destreza en el manejo del instrumental propio utilizado en los distintos ámbitos de estudio de la Genética del Desarrollo y habilidades para la obtención de resultados experimentales.
- CEG6. Diseñar experimentos en los que se utilicen las herramientas propias de la Genética del Desarrollo y sus diferentes ramas de estudio.
- CEG7. Desenvolverse con soltura en entornos mixtos: Unix, Windows.
- CEG8. Manejo de bases de datos moleculares: secuencias de ADN y proteínas. Análisis de datos en los contextos conceptuales de las diferentes aproximaciones relacionadas con la Genética del Desarrollo.

### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

#### ***El alumno sabrá/comprenderá:***

- Los conceptos básicos del desarrollo.
- La necesidad de un programa genético del desarrollo y la regulación génica diferencial.
- Las técnicas de que disponemos para estudiar el patrón espacio-temporal de la expresión de genes particulares.
- Qué técnicas existen para el estudio masivo de expresión génica.
- Qué procedimientos permiten el estudio de la función de los genes de desarrollo.
- Cuales son los procesos celulares que tienen repercusión en el desarrollo.
- Cuales son las principales especies modelo en el estudio de la Genética del Desarrollo.
- Que genes controlan la segmentación en insectos.
- Que son y qué función tienen los genes homeóticos en insectos y mamíferos.

- Cuales son las principales rutas moleculares de señalización celular.
- Las bases genéticas del proceso de determinación del sexo en *Drosophila* y mamíferos.
- Las principales directrices en la evolución de los procesos de desarrollo.

**El alumno será capaz de:**

- Relacionar la expresión génica con sus consecuencias morfogenéticas.
- Decidir cuales son las técnicas más apropiadas en cada caso para determinar y/o cuantificar la expresión génica durante el desarrollo.
- Decidir cuales son las técnicas más apropiadas en cada caso para investigar la función de los genes del desarrollo.
- Extraer las conclusiones funcionales derivadas de la aplicación de estas técnicas.
- Determinar qué modelos animales o vegetales son los más adecuados para el estudio de cada proceso de desarrollo.
- Buscar y seleccionar las fuentes de información bibliográfica específicas de la Genética del Desarrollo.
- Realizar un proyecto básico de investigación en el campo de la Genética del desarrollo.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

**TEMARIO TEÓRICO:**

- **Tema 1. Bases genéticas del Desarrollo.** Concepto de desarrollo. Perspectiva histórica de la Genética del Desarrollo. La equivalencia genómica: totipotencia. Programa genético del desarrollo. Necesidad de la regulación génica y de la expresión génica diferencial.
- **Tema 2. Técnicas de estudio de la expresión génica diferencial.** Northern Blot, RT-PCR, Q-RT-PCR, hibridación in situ, inmunohistoquímica e inmunofluorescencia, micro- y macromatrices, pirosecuenciación.
- **Tema 3. Técnicas de estudio de la función de los genes del desarrollo.** Transgenización de células y organismos completos. Organismos quiméricos, inactivación génica dirigida (organismos knock-out, RNAi y organismos knock-down), organismos knock-in.
- **Tema 4. Procesos celulares básicos del desarrollo.** Determinación y diferenciación. Proliferación celular y apoptosis. Migración celular. Autonomía celular. Información posicional. Comunicación celular. Moléculas de señalización. Morfogénesis y crecimiento.
- **Tema 5. Especies modelo para el estudio del desarrollo.** *Caenorhabditis elegans* (nematodo), *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta), *Xenopus laevis* (rana africana), *Danio rerio* (pez cebra), *Mus musculus* (ratón).
- **Tema 6. Desarrollo del eje antero-posterior de *Drosophila*.** Genes de segmentación: genes de efecto materno, genes gap, genes pair-rule, genes de polaridad de segmentos. Genes homeóticos y genes realizadores. Genes de segmentación y homeóticos de mamíferos.
- **Tema 7. Rutas moleculares básicas de la Genética del Desarrollo.** Factores endocrinos y paracrinós. Factores de crecimiento fibroblástico (FGF), familia de proteínas Hedgehog (HH), Familia de glucoproteínas WNT, Superfamilia de factores TGF.
- **Tema 8. Modelos de desarrollo tardío: determinación del sexo.** Sistemas de determinación sexual: genéticos (cromosómicos y no cromosómicos) y ambientales. Determinación del sexo en *Drosophila*. Determinación sexual en mamíferos: desarrollo y diferenciación gonadal; control genético de la determinación sexual (genes *SRY*, *SF1*, *SOX9*, *RSPO1*, *WNT4*).
- **Tema 9. Evolución de los procesos de desarrollo.** El enfoque anatómico. Ontogenia y foligenia: el enfoque evolutivo. Las leyes de von Baer y la Teoría de la recapitulación. El desarrollo en el marco de la Teoría Sintética de la Evolución. Consolidación de la la Evo-Devo como disciplina biológica.

## TEMARIO PRÁCTICO:

### Seminarios

Cada alumno realizará un seminario que podrá ser de dos tipos distintos:

- a) lectura, comprensión, síntesis, exposición de un resumen y discusión pública de un artículo científico relevante sobre un tema importante de la Genética del Desarrollo.
- b) Diseño de un proyecto de investigación par abordar un problema científico que será planteado por el profesor. El alumno deberá decidir qué experimentos realizaría, indicar cuales serían los resultados predecibles de los mismos y valorar su trascendencia científica.

### Prácticas de Laboratorio

Se realizará una práctica de laboratorio, dividida en tres sesiones de dos horas, que consistirá en realizar un estudio del patrón de expresión espacio-temporal de un gen con importantes funciones en el desarrollo embrionario de ratón (*Sox9*). Para ello, los alumnos realizarán técnicas inmunohistoquímicas para detectar la presencia de la proteína SOX9 en cortes histológicos transversales de embriones de ratón durante un estadio relevante de su desarrollo (15,5 días post coito). Se analizarán las diferencias observadas entre machos y hembras, ya que *Sox9* es un gen determinante del desarrollo testicular.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Gilbert SF (2006) *Developmental Biology*, 8ª Edición. Sinauer Associates, Inc. Sunderland Massachusetts.
- Nagy A, Gertsenstein M, Vintersten K, Behringer R (2003) *Manipulating the mouse embryo. A Laboratory Manual (Third Edition)*. Cold Spring Harbour Laboratory Press. New York.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Lawrence, P.A.(1992) "The making of a fly". Ed. Blackwell.
- Greenspan, R.J. (1997). "Fly pushing". Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York.
- Morata, G. (2001). "How Drosophila appendages develop". *Nature Reviews* 2, 89-97.
- Capdevila, J. e Izpisúa Belmonte, J. C.(2001). " Patterning Mechanisms controlling Vertebrate limb development". *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 17:87132.
- Martin, G. R. (1998)." The roles of FGFs in the early development of vertebrate limbs" *Genes &Development* 12:15711586.
- Sinclair AH, Berta P, Palmer MS, Hawkins JR, Griffiths BL, Smith MJ, Foster JW, Frischauf AM, Lovell-Badge R, Goodfellow PN. 1990. A gene from the human sex-determining region encodes a protein with homology to a conserved DNA-binding motif. *Nature* 346:240-244.

## ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.sebd.ehu.es/>  
<http://www.anzscdbi.adelaide.edu.au/>  
<http://www.dundee.ac.uk/lifesciences/bsdb/>  
<http://www.bioclips.com/>  
<http://www.sebd.ehu.es/edbo.htm>  
<http://www.elsevier.nl/homepage/sah/isdb/>  
<http://members.aol.com/isdiff>  
<http://www.lasdb.org/>  
<http://www.spbd.org/>  
<http://www.bmc.uu.se/munpage/swedbo.html>  
<http://teratology.org/>  
<http://www.sdbonline.org/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

Se propone una metodología docente de enseñanza-aprendizaje basada en las siguientes actividades formativas para el desarrollo de esta materia:

### Clases teóricas:

A. **Lección magistral** para cada unidad temática en la que se presentan los contenidos, se suscitan cuestiones para debate y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.

B. **Sesiones de discusión** en las que se establecen debates para profundizar en la comprensión de los contenidos del tema y se discuten ejercicios y trabajos propuestos como actividad individual.

Tiempo dedicado: 18 horas.

Competencias: CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT8, CT11, CT12, CT13, CT14, CEG1, CEG2, CEG4.

### Clases prácticas:

A. Seminarios de resolución de problemas y casos prácticos en la investigación de la Genética del Desarrollo, o seminarios de análisis de bibliografía sobre distintos contenidos de la materia (4h)

C. Prácticas de laboratorio (6h).

Tiempo dedicado: 10 horas.

Competencias: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10, CT11, CT12, CT13, CT14, CT15, CEG1, CEG2, CEG3, CEG4, CEG5, CEG6, CEG7, CEG8.

### Tutorías grupales e individuales:

Tiempo dedicado: 4 horas.

### Estudio y trabajo independiente del alumno:

Tiempo dedicado: 65 horas.

Competencias: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT8, CT11, CT12, CT13, CT14, CT15, CEG1, CEG2, CEG3, CEG4, CEG6, CEG7, CEG8.

**Evaluación:**

Tiempo dedicado: 3 horas.

**RESUMEN DE DEDICACIÓN:**

TOTAL DE TIEMPO DEDICADO A LA MATERIA	TOTAL DE CRÉDITOS ECTS DEDICADOS A LA MATERIA	TOTAL TIEMPO DE DEDICACIÓN PRESENCIAL	TOTAL TIEMPO DE DEDICACIÓN NO PRESENCIAL
100 HORAS	4 ECTS	35 HORAS (1,4 ECTS)	65 HORAS (2,6 ECTS)

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

Se propone un sistema de evaluación continua en el que se valorará:

1. Adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios de cada materia, mediante exámenes de su valoración.

**30%**

2. Las aportaciones del alumno en:

a. Las Sesiones de Discusión en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.

b. La actitud del alumno en el laboratorio durante las Prácticas de Laboratorio, su interés por aprender las técnicas y su destreza con éstas.

c. La actitud del alumno en el aula durante las Prácticas con ordenador, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.

**10%**

3. Realización de ejercicios propuestos tanto para su resolución en clase como para su realización en horas no presenciales. Igualmente, se valorará la capacidad del alumno para la elaboración de trabajos e informes.

**30%**

4. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en los actividades de búsqueda bibliográfica (análisis de trabajos científicos, trabajos en equipo, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.

**30%**