



Máster en Bioquímica, Biología Molecular y Biomedicina

**Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Complutense de Madrid**

Guía Docente:

**MECANISMOS DE SEÑALIZACIÓN
CELULAR**

CELL SIGNALLING MECHANISMS

CURSO 2026-2027

Nombre de la asignatura / Course title

Mecanismos de Señalización Celular

Cell Signalling Mechanisms

Duración del curso / Length of course

Primer semestre / First semester

Créditos ECTS y carácter / ECTS credits & status

6 ECTS

Optativa / Optional

Contenidos básicos / Basic contents

Procesos de transducción de señales: moléculas implicadas en señalización celular, vías de señalización intracelular y modulación de procesos celulares por vías de señalización. Mecanismos de acción de mensajeros celulares y fármacos. Mecanismos moleculares implicados en patologías. Principales técnicas y modelos utilizados en estudios de señalización celular.

Signal transduction processes: molecules involved in cell signalling, intracellular signalling pathways and regulation of cellular processes by signalling pathways. Mechanisms of action of cellular messengers and drugs. Molecular mechanisms involved in pathologies. Main techniques and models used in cell signalling studies.

Profesores y ubicación / Professors & location**Profesor/Professor:** Manuel Guzmán Pastor (Co-coordinador)**Depart.:** Bioquímica y Biología Molecular**e-Mail:** mguzmanp@ucm.es**Créditos/credits** 2.0**Profesor/Professor:** Almudena Porras Gallo (Co-coordinadora)**Depart.:** Bioquímica y Biología Molecular**e-Mail:** maporras@ucm.es**Créditos/credits** 2.0**Profesor/Professor:** Magdalena Isabel Torres Molina**Depart.:** Bioquímica y Biología Molecular**e-Mail:** mitorres@ucm.es**Créditos/credits** 1.0

Profesor/Professor: Aránzazu Sánchez Muñoz
Depart.: Bioquímica y Biología Molecular
e-Mail: munozas@ucm.es
ECTS credits 1.0

Objetivos y competencias / Objectives & skills

OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la formación de los estudiantes en los principales mecanismos de Señalización Celular

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer detalladamente los procesos de Señalización Celular en lo referente a:

1. Procesos de transducción de señales
2. Mecanismos de acción de diferentes mensajeros celulares y fármacos
3. Mecanismos moleculares de las principales patologías que afectan a nuestro entorno
4. Principales técnicas y modelos utilizados en estudios de señalización celular

GENERAL OBJECTIVE

To train students in the main mechanisms of Cell Signalling

SPECIFIC OBJECTIVES

To know in detail the processes of Cell Signalling with especial emphasis on:

1. Signal transduction processes
2. Mechanisms of action of the main cellular messengers and drugs
3. Molecular mechanisms involved in the most relevant pathologies
4. Cutting edge techniques and models used in cell signalling studies

COMPETENCIAS GENERALES/GENERAL SKILLS

CG1.- Demostrar una comprensión sistemática y un dominio de las habilidades y métodos de investigación que plantea cotidianamente la investigación en el área de la Bioquímica y Biología Molecular

- ☐ To demonstrate systematic comprehension and mastery of the research skills and methodologies raised by current research in the field of Biochemistry and Molecular Biology

CG2.- Analizar de modo crítico, evaluar y desarrollar ideas nuevas y complejas en el área de la Bioquímica y Biología Molecular

- ☐ To critically analyze, evaluate, and generate new and complex ideas in the field of Biochemistry and Molecular Biology

CG3.- Comunicarse con sus colegas en el área de Bioquímica y Biología Molecular, así como con la comunidad académica en su conjunto y con la

sociedad en general, acerca de los avances en Biología Molecular y Biomedicina.

- ☐ To communicate with their colleagues in the field of Biochemistry and Molecular Biology, as well as with the whole academic community and the society, in relation to the advances in Molecular Biology and Biomedicine

CG4.- Desarrollar, tanto en entornos académicos como del sector productivo, los avances científicos y metodológicos orientados al área de la salud y de la tecnología biológica, siempre sobre la base de buscar un crecimiento sostenido en una sociedad basada en el conocimiento

- ☐ To develop, both in the academic environment and in the productive sector, the scientific and methodological advances within the health and biological technology areas, always in the context of aiming for a sustained and knowledge-based society

CG5.- Realizar una investigación original que amplíe las fronteras del conocimiento en el área de la Bioquímica y Biología Molecular, desarrollando un corpus sustancial, del que parte merezca la publicación referenciada a nivel nacional o internacional

- ☐ To perform an original research that expands the frontiers of the current knowledge in Biochemistry and Molecular Biology by developing a substantial corpus, part of which would deserve peer-reviewed and referenced publication at a national or international level.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES/TRANSVERSAL SKILLS

CT1.- Elaborar, escribir y defender informes de carácter científico y técnico

- ☐ To elaborate, write, and defend scientific and technical reports

CT2.- Trabajar en equipo

- ☐ To work in a team

CT3.- Valorar la importancia de la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente

- ☐ To understand the importance of respecting and preserving the environment

CT4.- Demostrar capacidad de autoaprendizaje

- ☐ To demonstrate the ability to learn independently

CT5.- Demostrar compromiso ético

- ☐ To show ethical commitment

CT6.- Comunicar resultados de forma oral/escrita

- ☐ To communicate results orally and in writing

CT7.- Trabajar con seguridad en laboratorios de investigación

- ☐ To work safely in research laboratories

CT8.- Demostrar motivación por la investigación científica

- ☐ To show motivation for scientific research

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS/SPECIFIC SKILLS

CE1. MSC- Conocer las características estructurales y funcionales de las moléculas implicadas en señalización celular y de sus complejos supramoleculares

- To know the structural and functional characteristics of the molecules involved in cell signalling as well as those of their supramolecular complexes

CE2. MSC- Conocer las principales rutas y mecanismos de transducción de señales a nivel fisiológico y patológico

- To know the main physiological and pathological signal transduction pathways and mechanisms

CE3. MSC- Conocer las principales técnicas y modelos utilizados en estudios de señalización celular

- To know the main techniques and models used in cell signalling studies

CE4. MSC- Desarrollar una visión integradora de los avances en la investigación en señalización celular en el contexto de la Bioquímica, de la Biología Molecular y de la Biomedicina

- To develop a comprehensive view of the advances in cell signalling research in the context of Biochemistry, Molecular Biology and Biomedicine

CE5. MSC- Desarrollar de modo correcto un trabajo en un laboratorio de biología molecular, celular, inmunología y/o bioquímica haciendo uso de la instrumentación y los métodos experimentales necesarios, siendo capaz de realizar experimentos, diseñar aplicaciones, describir métodos, y cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos

- To develop appropriately a work in a laboratory of Molecular Biology, Cellular Biology, Immunology and/or Biochemistry by using all the required devices and experimental procedures, to design applications, to describe methods, and to quantify, analyze and evaluate the results obtained in a critical manner.

Contextualización en el Máster / Situation within the Masters' program.

La Asignatura Mecanismos de Señalización Celular se enmarca dentro de la Materia Biología Molecular, Estructural y de Sistemas del Módulo Optativo Avances en Investigación Biomolecular. Sus contenidos están relacionados y son complementarios con parte de los contenidos de las otras tres asignaturas de dicha Materia: Membranas Biológicas y Lipidómica (p. ej., funcionalidad y compartimentación de receptores de membrana), Estructura y Función de Ácidos Nucleicos y Genómica (p. ej., regulación de la expresión génica) y Biología Computacional y de Sistemas (p. ej., redes de señalización).

The Course Cell Signalling Mechanisms is included in Material 1 ("Biología Molecular, Estructural y de Sistemas") within the Optional Module "Avances en Investigación Biomolecular". Its contents are related and complementary to part of the contents of the other three topics of that Material: "Membranas Biológicas y Lipidómica" (e. g., functionality and compartmentation of

membrane receptors), “Estructura y Función de Ácidos Nucleicos y Genómica” (e. g., regulation of gene expression) and “Biología Computacional y de Sistemas” (e. g., signalling networks).

Programa de la asignatura / Course syllabus

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

- A. Moléculas implicadas en señalización celular
 - 1. Moléculas de membrana
 - 2. Transductores y efectores
 - 3. Mensajeros químicos intracelulares
 - 4. Señalización en el núcleo
- B. Vías de señalización intracelular
 - 5. Proteínas G heterotriméricas
 - 6. Proteínas G de pequeño tamaño
 - 7. Superfamilia de las MAPKs
 - 8. Ruta de las PI3Ks
 - 9. Fosfolipasas y PKCs
 - 10. Proteína fosfatasas
 - 11. Señalización mediada por Ca^{2+}
 - 12. Ruta de las JAKs/STATs y tirosina quinasas citosólicas
 - 13. Óxido nítrico y especies reactivas de oxígeno
 - 14. Vía del NF- κ B
 - 15. Señalización por hipoxia
 - 16. Ruta de los receptores de la superfamilia del TGF- β : papel de las SMADs y otros mediadores
 - 17. Adhesión y migración celulares. Señalización por integrinas
 - 18. Vías de señalización en diferenciación celular
- C. Seminarios y discusión de trabajos
 - 19. Principales técnicas y modelos empleados en el estudio de las vías de señalización celular
 - 20. Alteraciones de las vías de señalización celular en distintas situaciones fisiopatológicas
 - 21. Profundización en diversos temas de investigación actual en señalización celular

COURSE SYLLABUS

- A. Molecules involved in cell signalling

- 1. Membrane molecules
- 2. Transducers and effectors
- 3. Intracellular chemical messengers
- 4. Nuclear signalling
- B. Intracellular signalling pathways
 - 5. Heterotrimeric G proteins
 - 6. Small G proteins
 - 7. MAPK superfamily
 - 8. PI3K pathway
 - 9. Phospholipases and PKCs
 - 10. Protein phosphatases
 - 11. Ca²⁺-mediated signalling
 - 12. JAK/STAT pathway and cytosolic tyrosine kinases
 - 13. Nitric oxide and reactive oxygen species
 - 14. NF-κB pathway
 - 15. Hypoxia signalling
 - 16. TGF-β receptor superfamily pathway: role of SMADs and other mediators
 - 17. Cell adhesion and migration. Integrin signalling
 - 18. Signalling pathways in cell differentiation
- C. Seminars and discussion of research articles
 - 19. Cutting-edge techniques and models used for the study of cell signalling pathways
 - 20. Dysregulation of cell signalling pathways under different pathophysiological conditions
 - 21. Deepening into various hot topics of current cell signalling research

Metodología y programación docente / Methodology

La actividad docente seguirá una metodología híbrida, que hará uso de un aprendizaje colaborativo y un aprendizaje individual. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en clases de teoría, seminarios y tutorías.

En las clases de teoría el profesor dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos datos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se podrán plantear nuevas propuestas que permitan interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura o con otras asignaturas. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos el material

docente apropiado (diapositivas, fotocopias, videos, etc.) a través del Campus Virtual.

Las clases de seminarios tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a la discusión de artículos científicos de investigación, que serán expuestos por los estudiantes y a continuación debatidos de manera crítica por éstos y los profesores. La relación de artículos para la preparación de dichas clases se entregará a los estudiantes con antelación suficiente. El ratio horas de clases de seminarios / horas de clases de teoría será de aproximadamente 1:2.

Evaluación del aprendizaje / Evaluation of learning

El rendimiento académico del estudiante se computará atendiendo al grado de participación en la asignatura (10-20%), la exposición y discusión de artículos de investigación (10-30%) y la calificación de un examen final escrito (60-80%).

Los estudiantes deberán participar de forma activa y responsable en, al menos, el 70 % de las actividades formativas de carácter presencial. Las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta de 0 a 10 puntos de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003.

The student's academic performance will be evaluated by taking into account the extent of participation in the course (10-20%), the presentation of research articles (10-30%), and the mark obtained in the final written exam (60-80%).

Students must participate actively and responsibly in face-to-face training activities. Attendance must be of, at least, 70 %.

Grades will be awarded on the scale of 0-10 in accordance with RD1125/2003.

Idioma(s) en que se imparte / Language(s) of instruction

Español / oral and written Spanish

Inglés / written English

Bibliografía y recursos complementarios / Bibliography & supplementary materials

1. Alberts, B. et al. *Molecular Biology of the Cell* (Seventh Edition). Garland Science, 2022
2. Alexander, S.P.H. et al. *Guide to Receptors and Channels* (Fifth Edition) British Journal of Pharmacology 164 (Supplement 1), 2011 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.2011.164.issue-s1/issuetoc>)
3. Berridge, M.J. *Cell Signalling Pathways*. Portland Press, 2014 (https://portlandpress.com/pages/cell_signalling_biology)

4. Krauss, G. *Biochemistry of Signal Transduction and Regulation* (Fifth, Completely Revised Edition). John Wiley and Sons, 2014
5. Lodish, H. et al. *Molecular Cell Biology* (Ninth Edition). Macmillan Learning, 2021.
6. *Nature Reviews journals* (Molecular Cell Biology, Drug Discovery, Neuroscience, Cancer, etc.)
7. Videos Jove: <https://www.jove.com/es/science-education/v/13160/interactions-between-signaling-pathways>