



Máster en Bioquímica, Biología Molecular y Biomedicina

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

Guía Docente:

**MEMBRANAS BIOLÓGICAS Y
LIPIDÓMICA**

**BIOLOGICAL MEMBRANES AND
LIPIDOMICS**

CURSO 2025-2026

Nombre de la asignatura / Course title

Membranas Biológicas y Lipidómica / Biological Membranes and Lipidomics

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

- Bases estructurales y funcionales de las membranas celulares; características y dinámica de sus componentes, micro- y nano-dominios. Conceptos de fluidez y asimetría. Aspectos metodológicos para el estudio de la composición y la estructura-función de las membranas celulares. Aplicaciones biotecnológicas y clínicas de distintos modelos de membranas biológicas. Estructura y función de péptidos y proteínas antimicrobianos. Diversidad de proteínas de membrana. Estructura-función de proteínas integrales de membrana. Alteraciones de las membranas celulares y enfermedades.

Structural and functional basis of cellular membranes; dynamics and characteristics of their components, micro- and nano-domains. Fluidity and membrane asymmetry concept. Methodological aspects for the study of the composition and structure-function of cell membranes. Biotechnological and clinical applications of different models of biological membranes. Structure and function of antimicrobial peptides and proteins. Diversity of membrane proteins. Structure-function of integral membrane proteins. Alterations of cell membranes and diseases.

Profesores y ubicación / Professors & location

Profesor/Professor:	Cristina Casals Carro
Depart.:	Bioquímica y Biología Molecular
e-Mail:	ccasalsc@ucm.es
Créditos:	4.0
Profesor/Professor:	Antonio Cruz Rodríguez
Depart.:	Bioquímica y Biología Molecular
e-Mail:	acruz@ucm.es
Créditos:	1.5
Profesor/Professor:	Belén García-Fojeda García-Valdecasa
Depart.:	Bioquímica y Biología Molecular
e-Mail:	belgar01@ucm.es
Créditos:	0.5

Objetivos y competencias / Objectives & skills

Objetivos/Objectives

- Estudiar en profundidad la composición, estructura y dinámica de las membranas celulares y su alteración en distintas enfermedades. Proporcionar al estudiante aspectos metodológicos avanzados para el estudio de la función de las distintas membranas celulares.
- Study the composition, structure and dynamics of cell membranes and their alteration in different diseases. Provide the student with advanced methodological aspects for the study of the function of the different cell membranes.

Competencias/Skills

Competencias de carácter general/General skills:

- CG1.- Demostrar una comprensión sistemática y un dominio de las habilidades y métodos de investigación en el área de las membranas biológicas.
- To demonstrate comprehension and expertise in skills and methodologies related to the research in the field of biological membranes.
- CG2.- Analizar de modo crítico, evaluar y desarrollar ideas nuevas y complejas en el área de las membranas biológicas.
- Ability to perform critical analysis and to evaluate and generate new and complex (creativity) ideas in the field of biological membranes.

Competencias específicas/Specific skills:

- CE1-BMES2.- Explicar a nivel molecular los fenómenos que caracterizan la funcionalidad de las membranas biológicas.
- To explain phenomena that occurs in or at biological membranes at molecular level.
- CE2-BMES4.- Analizar las relaciones estructura-función en el seno de las membranas celulares.
- To analyze structural-functional relationship in or at cellular membranes
- CE4-BMES8.- Desarrollar una visión integradora de la investigación estructura-función de sistemas biológicos en los que las membranas celulares están presentes.
- To develop an integrated view of membranes as functioning units.

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.
- Ability to work in multidisciplinary teams.

- CT3.- Valorar la importancia de la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente.
- To understand the importance of respecting and keeping the environment
- CT4.- Demostrar capacidad de auto-aprendizaje.
- The ability to update one's knowledge autonomously.
- CT5.- Demostrar compromiso ético.
- To show ethical commitment.
- CT6.- Comunicar resultados de forma oral/escrita.
- To be able to communicate results orally and in writing Spanish and English.
- CT7.- Trabajar con seguridad en laboratorios de investigación.
- To work with safety and precaution in research laboratories.
- CT8.- Demostrar motivación por la investigación científica.
- Motivation in scientific research.

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

Situación del curso en el Programa del Máster

Modulo	Materia	Asignatura
Avances en Investigación Biomolecular	Biología Molecular, Estructural y de Sistemas	Membranas Biológicas y Lipidómica

Situation within the Masters' program

Module	Material	Course
Advances in Biomolecular Research	Molecular, Structural, and System Biology	Biological Membranes and Lipidomics

Programa de la asignatura/ Course syllabus

1. Introducción: Los distintos tipos de lípidos presentes en las membranas celulares y su función. Importancia de los lípidos de membrana en enfermedades como cáncer o enfermedades neurodegenerativas.
2. ¿Por qué se forman las membranas? Comportamiento de los distintos tipos de lípidos en agua. El efecto hidrofóbico.

3. ¿Qué interacciones mantienen la estructura de las membranas celulares?
4. Técnicas de lipidómica para el estudio del componente lipídico de las membranas celulares.
5. Modelos de membranas biológicas: Liposomas. Aplicaciones clínicas y biotecnológicas de los distintos tipos de liposomas en cáncer y otras enfermedades. Encapsulación de fármacos y RNA.
6. Otros modelos de membranas biológicas: Nanodiscos, Bicelas, Monocapas y Bicapas Planas. Aplicaciones clínicas y biotecnológicas.
7. Dinámica del componente lipídico y proteico de las membranas biológicas. Conceptos de fluidez y asimetría de las membranas celulares.
8. El colesterol: modulador esencial del orden lipídico y de la funcionalidad de las membranas.
9. Concepto de "rafts" lipídicos. Composición, organización y estructura de micro y nano dominios tipo *rafts* en membranas celulares. Concepto de caveola. Funciones de las caveolas en señalización celular, metabolismo de lípidos y colesterol, endocitosis, extensión y reparación de la membrana celular. Proteínas caveolares asociadas a cáncer, lipodistrofia y distrofia muscular.
10. Polimorfismo lipídico. Importancia en los procesos de endocitosis y exocitosis y fusión/fisión de membranas.
11. Mecanismo de la entrada de distintos virus en las células: Fusión de membranas y participación de proteínas fusogénicas. Fármacos antivirales.
12. Los distintos tipos de proteínas de membrana: a) periféricas o extrínsecas, b) anfitrópicas, y c) integrales o intrínsecas. Características estructurales y funcionales.
14. Importancia funcional anclajes lipídicos: 1) fosfatidil-inositol glicosilado, 2) miristoilación; 3) palmitoilación; y 4) farnesilación; 5) geranilgeranilación; y 6) colesterilación.
15. Péptidos y proteínas antimicrobianas. Mecanismo de acción sobre la membrana de patógenos. Mecanismos de resistencia bacteriana.

Course syllabus

1. Introduction: The different types of lipids present in cell membranes and their function. Importance of membrane lipids in diseases such as cancer or neurodegenerative diseases
2. Why are membranes formed? Behavior of the different types of lipids in water. The hydrophobic effect.
3. What interactions maintain the structure of cell membranes?
4. Lipidomic techniques for the study of the lipid component of cell membranes.

5. Models of biological membranes: Liposomes. Clinical and biotechnological applications of the different types of liposomes in cancer and other diseases. Encapsulation of drugs and RNA.
6. Other models of biological membranes: Nanodiscs, Bicelles, Monolayers and Planar Bilayers. Clinical and biotechnological applications.
7. Dynamics of the lipid and protein component of biological membranes. Concepts of fluidity and asymmetry of cell membranes. The cholesterol: modulator of lipid order and membrane function.
8. Cholesterol: essential modulator of the lipid order and the functionality of the membranes.
9. Concept of lipid "rafts". Composition, organization and structure of micro and nano raft-like domains in cell membranes. Caveolae concept. Functions of caveolae in cell signaling, lipid and cholesterol metabolism, endocytosis, cell membrane extension and repair. Disease-associated caveolar proteins (cancer, lipodystrophy and muscular dystrophy).
10. Lipid polymorphism. Importance in the processes of endocytosis and exocytosis and fusion/fission of membranes.
11. Mechanism of the entry of different viruses into cells: Fusion of membranes and participation of fusogenic proteins. Antiviral drugs.
12. The different types of membrane proteins: a) extrinsic or peripheral; b) intrinsic or integral; c) Amphitropic proteins and its regulation by reversible membrane interactions. Structural and functional characteristics.
13. Functional consequences of covalent protein modification with a variety of lipids. 1) Attachment of glycosylphosphatidylinositol (GPI) anchors; 2) N-myristoylation; 3) S-palmitoylation; 4) Farnesylation; 5) Geranylgeranylation; and 6) Cholesterol modification.
14. Antimicrobial peptides and proteins and their mechanisms of action on the membrane of pathogens. Mechanisms of bacterial resistance.

Metodología y programación docente/ Methodology

- La práctica docente se desarrollará a través de i) **Clases teóricas** en las que se transmitirán contenidos teóricos avanzados; ii) **Aula inversa**, en la que los estudiantes intervendrán activamente en el desarrollo de contenidos teóricos; iii) **Actividades colaborativas**, para la adquisición de conocimientos teórico-prácticos y habilidades de información, comunicación, resolución de problemas, relaciones interpersonales y trabajo en equipo; iv) **Actividades individuales**, para la adquisición de conocimientos teórico-prácticos a través de la resolución de problemas y el desarrollo de trabajos, proyectos y presentaciones orales.
- Para que los estudiantes adquieran los conocimientos esenciales durante las sesiones teóricas, se expondrán claramente los objetivos principales de cada tema, se desarrollarán los contenidos y se pondrá a disposición de los estudiantes todos aquellos materiales necesarios para su comprensión (diapositivas, fotocopias, videos, etc.) en el Campus Virtual.

La participación de los estudiantes se llevará a cabo a través de sesiones en las que se practicará la discusión y crítica científica. Para este fin, el estudiante elegirá un tema en concreto del curso para profundizar en él y hacer una exposición oral y escrita del tema de elección.

- Teaching activity will be developed through a number of theory classes so that the student acquires the essential theoretical understanding. Course materials that include text, PowerPoint files, images, video, pdf of articles, etc, will be accessible by an integrated e-Learning system for higher education (WebCT), at "Campus Virtual" of UCM

The participation of the students will be encouraged, principally through seminars, and discussions between professors and students. The students can select a topic with the approval of the professors for the seminars. There will be a discussion of recent work on each of the topics studied. The students will give seminars and they will present a written study on the topic chosen. The critical discussion of the results of the paper will be valued more than the simple description of the results.

- La programación de la actividad docente y su contribución en los créditos de la asignatura se indica en la tabla adjunta.

The contribution of each activity to the course credits is as indicated in the table below:

Actividad/Activity	Presencial Attendance (hrs)	Trabajo autónomo Autonomous Work (hrs)	Créditos Credits ECTS
Clases teóricas/Theory classes	30	45	3.0
Seminarios/Seminars	15	22,5	1.5
Tutorías/ Tutorials	5	7.5	0,5
Preparación de trabajos y exámenes Preparation of seminars and exams	2	23	1
Total	52	98	6

Evaluación del aprendizaje / Evaluation of learning

- El rendimiento académico del estudiante se computará atendiendo a (i) calificación de un examen final oral o escrito (60-80% de la nota total), (ii) trabajo personal y práctico (10-30%), y (iii) participación en tutorías y seminarios (5-20%).
- 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 sobre 10 puntos y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003.

- The evaluation of learning will be performed (i) on the basis of a final written or oral exam (60-80 %). In addition, continuous assessment will be completed based on the information obtained through (ii) active participation in practical works (10-30%), (iii) tutorials and seminars (5-20%), as well as the aptitudes and interest displayed in class.
- Students must participate actively and responsibly in face-to-face training activities. Attendance must be of, at least, 70 %.

The marks will be awarded on the basis of the score range of 0-10, in agreement with RD1125/2003.

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

Español/ oral and writing Spanish

Inglés/ reading and writing English

Bibliografía y recursos complementarios / Bibliography & supplementary materials

■ BÁSICA/BASIC:

Textos recomendados de carácter general que se encuentran en bibliotecas UCM:

- Stephen White, Gunnar von Heijne, Donald Engelman. Cell Boundaries: How Membranes and Their Proteins Work. Garland Science; 1st edition (**2021**)
- Eparand, Richard M., Ruyschaert, Jean-Marie (Eds.). The Biophysics of Cell Membranes. Springer, ISBN 978-981-10-6244-5 (**2017**)
- William Stillwell. An Introduction to Biological Membranes. I: Membrane Composition and Structure 2nd Edition (**2016**)
- William Stillwell. An Introduction to Biological Membranes. II: Membrane Biological Functions. 2nd Edition (**2016**)
- Philip L. Yeagle, Ed., The Membranes of Cells. *Third Edition*. ISBN: 978-0-12-800047-2, Elsevier Inc (**2016**)
- L. Bagatolli, O. Mouritsen. "Vida ¿una cuestión de grasas? Translation from the English edition "Life-As a matter of Fat" ISBN:978-9942-07-694-6 (Quito, **2014**)
- Mary Luckey (Author). "Membrane Structural Biology: With Biochemical and Biophysical Foundations", Cambridge University Press; 2nd edition (May, **2014**).
- Kai Simons (Author). "The Biology of Lipids: Trafficking, Regulation, and Function", Cold Spring Harbor Laboratory Pr; 1 edition (July 13, **2011**).
- J.E. Vance (Ed), Dennis E. Vance (Ed). Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes, Fifth Edition, Elsevier Science, (May 12, **2008**).
- Vladimir Torchilin y Volkmar Weissig, "Liposomes: A Practical Approach", The Practical Approach Series, 2nd edition, Oxford University Press, USA, **2003**.
- Ed. DB Datta, "A comprehensive introduction to membrane biochemistry", Floral Publishing, **1987**.

■ **COMPLEMENTARIA/COMPLEMENTARY:**

- Lodish, H. et al. *Molecular Cell Biology* (Eight Edition). Freeman, W.H. & Company, **2016**
- Michael I. Gurr; John Harwood y Keith Frayn, "Lipid biochemistry", Blackwell Science, Oxford, ISBN:0-632-05409-3, **2002**.