




	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

### PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura			
Código	500198	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Regulación de la Señalización Celular		
Denominación (inglés)	Regulatory Mechanisms of Cell Signalling		
Titulaciones	Grado en Biología		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Semestre	5	Carácter	Obligatoria
Módulo	Biología Fundamental		
Materia	Bioquímica		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
María Berrocal Carrillo		<a href="mailto:mabeca@unex.es">mabeca@unex.es</a>	
Área de conocimiento	Bioquímica y Biología Molecular		
Departamento	Bioquímica y Biología Molecular y Genética		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	María Berrocal Carrillo		
Competencias			
Competencias Básicas			
CB1: Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio			
CB2: Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio			
CB3: Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética			
CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado			
CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía			
Competencias Generales			
CG1: Formar biólogos con competencias genéricas y específicas, aptos para ejercer tareas en cualquiera de los terrenos de la Biología, desarrollando sus actividades en las empresas e instituciones públicas y privadas o creando empresas propias			

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

CG2: Conferirles aptitud para seguir con aprovechamiento los cursos de postgrado que le faculten de manera específica en terrenos docentes, investigadores o profesionales
CG3: Dotar a los graduados de capacidad para generar, adquirir y procesar, de manera autónoma, información relacionada con la Biología
CG4: Capacitarles para planificar, ejecutar y criticar procesos de conocimiento en el ámbito de su actividad
CG5: El objetivo final es formar graduados capacitados para incorporarse a las actividades previstas oficialmente para la profesión de biólogo, tal como se define en la resolución de 5 de abril de 2006 de la Consejería de Presidencia de la Junta de Extremadura (DOE de 20 de Abril de 2006)
<b>Competencias Transversales</b>
CT1: Aplicar los conocimientos adquiridos en el título a su desempeño laboral de una forma profesional y rigurosa, así como desenvolverse con seguridad en un laboratorio
CT2: Utilizar y aplicar tecnología de información y comunicación (TIC) en el ámbito formativo y profesional
CT3: Poseer y comprender la información de libros de texto avanzados y acceder a conocimientos procedentes de la vanguardia del campo de estudio del título
CT4: Desarrollar habilidades de aprendizaje, organización y planificación, necesarias tanto para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía, como para el desempeño profesional
CT5: Interpretar, analizar y sintetizar datos e información relevante que permitan al alumno desarrollar ideas, resolver problemas y emitir un razonamiento crítico sobre temas importantes de índole social, científica o ética
CT6: Transmitir de forma eficaz resultados y conclusiones a un público tanto especializado como no especializado
CT7: Expresarse correctamente de forma escrita y oral en la lengua nativa, así como dominar suficientemente un idioma extranjero, preferentemente el inglés
CT8: Liderar o trabajar en equipo adaptándose positivamente a diferentes contextos y situaciones
CT9: Respetar los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres, así como adquirir un compromiso ético de respeto a la vida y al medio ambiente
<b>Competencias Específicas</b>
CE1: Manejar conocimientos básicos de Química, Física, Matemáticas y Geología, suficientes para afrontar la comprensión de los procesos biológicos
CE2: Conocer y comprender las bases moleculares del flujo de información y de los procesos metabólicos en los seres vivos
CE3: Conocer y comprender la estructura, morfología, organización y desarrollo de los seres vivos
CE4: Conocer las funciones de los seres vivos, su regulación e integración y analizar e interpretar las adaptaciones funcionales al medio
CE5: Diferenciar los niveles de organización de los seres vivos, desde el molecular hasta el de comunidades de organismos, así como la interacción entre ellos y con el medio
CE6: Conocer y comprender la organización genómica de los seres vivos y la transmisión de los genes a la descendencia, así como los mecanismos de herencia de los caracteres y sus variaciones
CE7: Comprender el origen y evolución de la vida, identificando los procesos y mecanismos evolutivos e incluyendo la sistemática, filogenia y biogeografía de los seres vivos actuales y del pasado
CE8: Ser capaz de realizar, analizar y valorar estudios sobre biodiversidad, así como gestionarla, conservarla y restaurarla

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

CE9: Obtener, identificar, analizar, caracterizar y manipular muestras biológicas, tener la capacidad de realizar bioensayos y pruebas funcionales analizando parámetros biológicos y realizar asesoramiento científico y técnico sobre temas biológicos

CE14: Impartir enseñanza de la Biología en los términos que establezca la ley

### Contenidos

#### Breve descripción del contenido

Esta asignatura tiene como objetivo ofrecer una visión global e integrada de los mecanismos implicados en la señalización celular desde una perspectiva molecular. Pretende asimismo dar a conocer las aproximaciones experimentales más utilizadas en estudios de señalización celular. Adicionalmente trata de poner en valor el impacto que tienen las alteraciones moleculares en las rutas de señalización celular en el desarrollo de patologías humanas. El contenido de la misma se resume en los siguientes descriptores: Transducción de señales, ligandos intra y extracelulares, receptores de membrana, solubles y nucleares, fosforilación y desfosforilación, factores de crecimiento, proteínas G, calcio, nucleótidos cíclicos, intermediarios lipídicos, supervivencia, apoptosis, cáncer, neurodegeneración, enfermedades cardiovasculares, modificaciones postraduccionales.

#### Temario de la asignatura

##### Denominación del tema 1: **Visión global de la Señalización Celular**

Contenidos del tema 1: Concepto de transducción de señales. Esquema general de los mecanismos de señalización celular. Moléculas señalizadoras y sus receptores. Principales rutas de señalización. Importancia de la señalización celular en fisiología y patología. Influencia en procesos genómicos y no genómicos.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con la Tarea 1, la cual se describe al final de este apartado.

##### Denominación del tema 2: **Efectores extracelulares en la modulación de las rutas de señalización**

Contenidos del tema 2: Ligandos extracelulares que activan rutas de señalización celular: factores de crecimiento, hormonas, iones. Localización y activación de ligandos en la matriz extracelular. Procesamiento de ligandos a nivel de la membrana plasmática.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con la Tarea 1, la cual se describe al final de este apartado.

##### Denominación del tema 3: **Receptores**

Contenidos del tema 3: Unión del ligando y proceso de activación. Agonistas y antagonistas. Superfamilia de receptores con siete dominios transmembranales. Receptores de membrana con actividad de canal iónico. Receptores con actividad quinasa intrínseca y acoplados a enzimas con actividad quinasa. Receptores intracelulares y regulación de la transcripción.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con la Tarea 1, la cual se describe al final de este apartado.

##### Denominación del tema 4: **Señalización mediada por fosforilación y desfosforilación**



Contenidos del tema 4: Proteínas quinasas y fosfatasas. Serina-treonina quinasas: señalización por PKA y PKC. Otras serina-treonina quinasas: CaM II, GRK y PKB. Tirosina quinasas y la ruta del EGF. Quinasas activadas por mitógenos MAPK. Fosfatasas. El sistema de degradación mediada por el proteosoma.

Descripción de las actividades prácticas del tema 4: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con la Tarea 2, la cual se describe al final de este apartado.



##### Denominación del tema 5: **Nucleótidos cíclicos como mensajeros intracelulares**

Contenidos del tema 5: AMP cíclico (cAMP) y GMP cíclico (cGMP) como segundos mensajeros. Síntesis del cAMP por adenilato ciclasa. Fosfodiesterasas de nucleótidos cíclicos. Proteínas G monoméricas. Compartimentalización.

Descripción de las actividades prácticas del tema 5: Los contenidos de este Tema están

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

<p>estrechamente relacionados con la Tarea 2, la cual se describe al final de este apartado</p>
<p>Denominación del tema 6: <b>Metabolitos lipídicos en la Señalización Celular</b></p> <p>Contenidos del tema 6: Principales lípidos implicados en la señalización celular. Fosfolipasas: fosfolipasa C. Inositoles fosfato y diacilglicerol. Ruta de la PI3-K. Activación del receptor de insulina. Microdominios de membrana plasmática.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 6: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con la Tarea 3, la cual se describe al final de este apartado.</p>
<p>Denominación del tema 7: <b>Señales intracelulares mediadas por calcio</b></p> <p>Contenidos del tema 7: El calcio como segundo mensajero. Efectores. Membrana plasmática y depósitos intracelulares. Medidas de la concentración intracelular de calcio</p>
<p>Denominación del tema 8: <b>Especies reactivas del oxígeno y del nitrógeno</b></p> <p>Contenidos del tema 8: Especies reactivas del oxígeno (ROS) y del nitrógeno (RNS). Superóxido, peróxido de hidrógeno y óxido nítrico. Señalización celular mediada por ROS y RNS.</p>
<p>Denominación del tema 9: <b>Señalización en el control de la adhesión celular</b></p> <p>Contenidos del tema 9: Moléculas de adhesión. Integrinas, cadherinas y señalización outside ↔ in. Quinasa de adhesión focal FAK en adhesión y en supervivencia: ruta de Ras-ERK. Señalización por Wnt/β-Cat.</p>
<p>Denominación del tema 10: <b>Supervivencia y muerte celular</b></p> <p>Contenidos del tema 10: Ciclo celular. Mecanismos generales de muerte celular. Apoptosis y necrosis. Mecanismos de autofagia. Rutas de señalización dependientes de la mitocondria. Rutas mediadas por receptores de muerte. Caspasas como señalizadoras clave y ejecutoras de la muerte celular</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 10: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con las Tareas 2 y 3, la cual se describe al final de este apartado.</p>
<p>Denominación del tema 11: <b>Patologías asociadas a alteraciones en señalización celular</b></p> <p>Contenidos del tema 11: Enfermedades metabólicas: deficiencias en la respuesta a insulina. Alteraciones en el ciclo celular y en apoptosis y su influencia en desarrollo tumoral. Rutas de señalización alteradas en neurodegeneración. Ruta del EGF y cáncer de mama. Alteración en la señalización de Wnt y cáncer de colon. Terapia tumoral: inhibición de moléculas de señalización y terapia personalizada. Señalización por dioxinas en teratogénesis, toxicidad y carcinogénesis. Papel de la señalización celular en el mantenimiento de stem cells y de cancer stem cells.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 10: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con las Tarea 4, la cual se describe al final de este apartado.</p>
<p>Denominación del tema 12: <b>Técnicas experimentales aplicadas al estudio de la señalización celular</b></p> <p>Contenidos del tema 12: Cultivos celulares. Modelos animales en señalización celular. Técnicas básicas. Secuenciación genómica masiva y data-mining. Técnicas genómicas y proteómicas. Citómica.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 12: Los contenidos de este Tema están estrechamente relacionados con las actividades prácticas de la asignatura, las cuales se describen al final de este apartado.</p>
<p style="text-align: center;"><b>PROGRAMA DE SESIONES PRACTICAS EN LABORATORIO</b></p> <p>Se desarrollará una práctica continua que implicará el análisis de rutas de señalización consideradas importantes en patologías humanas tales como el cáncer. Esta práctica tendrá una duración de 16 h y se distribuirá en las tareas que se detallan a continuación. Se emplearán células tumorales de neuroblastoma, hepatocarcinoma o carcinoma embriode indiferenciado que serán cultivadas, tratadas con agentes de inducción de muerte celular y analizadas en cuanto a su viabilidad celular y activación de rutas de señalización que regulan supervivencia. Las metodologías incluirán ensayos de MTT, preparación de extractos proteicos e inmunoblotting, purificación de DNA genómico y análisis genotípico mediante PCR. Las tareas son las siguientes:</p> <p><b>Tarea 1.</b> Cultivo de líneas celulares</p>

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

**Tarea 2.** Ensayos de viabilidad celular  
**Tarea 3.** Electroforesis de proteínas, transferencia Western e inmunodetección  
**Tarea 4.** Análisis de cambios en la expresión génica  
**Tarea 5.** Análisis de resultados y discusión

**Actividades formativas**

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
Presentación Plan Docente	1	1						
1	6	4						4
2	7	4						4
3	10	4						6
4	11	4						7
5	9	4						6
6	12	4						8
7	12	4						8
8	7	4						5
9	11	4						8
10	18	4		4				6
11	10	4		1				5
12	16	3		4				6
<b>Evaluación</b>	<b>20</b>	<b>3</b>						<b>17</b>
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>51</b>		<b>9</b>				<b>90</b>



GG: Grupo Grande (85 estudiantes)  
 CH: Prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 L: Prácticas de laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 O: Prácticas en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)  
 S: Clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes)  
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS)  
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía

**Metodologías docentes**

1. Explicación y discusión de los contenidos
2. Resolución, análisis y discusión de problemas. Realización, exposición y defensa de trabajos/proyectos
3. Actividades experimentales como prácticas en laboratorios, aulas de informática y trabajos de campo
4. Trabajo autónomo del alumno

**Resultados de aprendizaje**

- Tener capacidad para correlacionar la estructura de las biomoléculas y orgánulos subcelulares con su función biológica
- Conocer las bases moleculares de la señalización celular
- Conocer y comprender las bases moleculares del flujo de información
- Diferenciar los niveles de organización de los seres vivos, desde el molecular hasta el de comunidades de organismos, así como la interacción entre ellos y con el medio
- Obtener, identificar, analizar, caracterizar y manipular muestras biológicas, tener la capacidad de realizar bioensayos y pruebas funcionales analizando parámetros biológicos y realizar asesoramiento científico y técnico sobre temas biológicos

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

- Conocer las metodologías experimentales implicadas en los estudios de estructura y función de las biomoléculas y orgánulos subcelulares.
- Tener capacidad de asimilar la información procedente de libros de texto a nivel avanzado y de publicaciones científicas especializadas
- Tener capacidad para la interpretación de trabajos experimentales, su evaluación crítica y para la extracción de conclusiones.
- Interpretar, analizar y sintetizar datos e información relevante que permitan al alumno
- desarrollar ideas, resolver problemas y emitir un razonamiento crítico sobre temas importantes de índole social, científica o ética
- Expresarse correctamente de forma escrita y oral en la lengua nativa, así como dominar
- suficientemente un idioma extranjero, preferentemente el inglés
- Desarrollar habilidades de aprendizaje, organización y planificación, necesarias tanto para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía, como para el desempeño profesional
- Utilizar y aplicar tecnología de información y comunicación (TIC) en el ámbito formativo y profesional

### Sistemas de evaluación

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se valorarán los siguientes aspectos:

- Los conocimientos teóricos adquiridos y la destreza en la realización de actividades prácticas
- La asistencia, participación y motivación del alumno en clase, así como su implicación en la discusión del contenido de los temas objeto de estudio
- El grado de implicación y la actitud en el laboratorio
- El interés en la preparación y presentación de seminarios



#### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Atendiendo a la normativa de evaluación de los resultados de aprendizaje y de las competencias adquiridas por el alumnado en las titulaciones oficiales de la UEx (Resolución Rectoral de 26/10/2020 publicada en DOE nº 212 de 03/11/2020) los alumnos podrán escoger entre los dos sistemas de evaluación a realizar:

##### Evaluación continua

- Prueba escrita que constará de 50-80 preguntas de tipo test sobre todos los temas (verdadero/falso) para valorar la comprensión de todos los conceptos explicados (60% de la calificación final) y 1-2 preguntas de desarrollo corto (20% de la calificación final). Así, la nota de la prueba escrita computará el 80% de la calificación final.
- Trabajo de investigación tipo póster con los resultados obtenidos en prácticas (10% de la calificación final).
- Actividades de evaluación continua (10% de la calificación final): En este apartado se tendrá en cuenta cuestionarios periódicos que se llevarán a cabo sin previo aviso.

Es necesario que el alumno supere la prueba escrita con calificación igual o superior a 4 sobre 8 para que se pueda sumar la nota de prácticas (hasta 1 punto) y la calificación de las actividades de evaluación continua (hasta 1 punto).

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		 <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <small>[UEX]</small>
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

### Evaluación global

Los alumnos que quieran acogerse a esta modalidad deberán comunicarlo al profesor coordinador de la asignatura (mediante un mensaje de correo electrónico) durante el primer cuarto del periodo de impartición de las mismas o hasta el último día del periodo de ampliación de matrícula si este acaba después de ese periodo (Resolución de 26 de octubre de 2020, del Rector de la Universidad de Extremadura, publicada en el D.O.E. nº 212 de 3/11/2020, capítulo II, artículo 4.5). Constará de un examen final que se realizará en las convocatorias oficiales del curso.

En esta modalidad de evaluación global la calificación del examen (teoría+prácticas) será la calificación final.

### Bibliografía (básica y complementaria)



#### BIBLIOGRAFÍA

- FINKEL T., GUTKIND, S. "Signal Transduction and human disease". Wiley, 2009.
- GOMPERTS B., KRAMNER I.M. TATHAM P.E.R. "Signal transduction". Academic Press, 2nd edition, 2009.
- NELSON, J. "Structure and function in cell signaling". Wiley & Sons, 2008.
- HANCOCK, J.T. "Cell signaling". Oxford University Press, 3rd edition, 2010.
- MARKS, F., KLINGMULLER, U., MULLER-DECKER, K. "Cellular signaling processing: An Introduction to the Molecular Mechanisms of Signal Transduction". Garland Science, 2009.
- KRAUSS, G. "Biochemistry of Signal Transduction and Regulation". Wiley, 3<sup>rd</sup> edition, 2003.
- ALBERTS B., BRAY D., LEWIS J., RAFF M., ROBERTS K., WATSON J.D. "Biología Molecular de la célula". OMEGA, 4ª edición, 2004.
- LODISH H., BERK A., MATSUDAIRA P., KAISER C.A., KRIEGER M., SCOTT M.P., ZIPURSKY L., DARNELL J. "Molecular Cell Biology"/"Biología Celular y Molecular". Médica Panamericana, 5ª edición, 2005. SOPORTE INFORMATICO EN CD.
- STRYER L., BERG J.M., TYMOCZKO J.L. "Bioquímica". Reverté, 6ª ed. en español, 2008.

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

#### RECURSOS ON-LINE

- <http://www.sebbm.bq.ub.es/ens/>
- <http://www.whfreeman.com/stryer>
- <http://www.bcbp.gu.se/orjan/bmstruct/>
- <http://biomodel.uah.es> <http://www.sumanasinc.com/>
- <http://highered.mcgraw-hill.com/sites/9834092339/sitemap.html>

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		 <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <small>[UEx]</small>
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

[http://www.biostudio.com/a\\_sitemap.htm](http://www.biostudio.com/a_sitemap.htm)

<http://vcell.ndsu.edu/animations/>

<http://www.johnkyrk.com/>