



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Neurobiología Molecular / [Molecular Neurobiology](#)

### 1.1. Código / [Course number](#)

18243

### 1.2. Materia / [Content area](#)

Neurobiología Molecular / [Molecular Neurobiology](#)

### 1.3. Tipo / [Course type](#)

Formación optativa / [Elective subject](#)

### 1.4. Nivel / [Course level](#)

Grado / [Bachelor \(first cycle\)](#)

### 1.5. Curso / [Year](#)

4º / 4<sup>th</sup>

### 1.6. Semestre / [Semester](#)

1º / 1<sup>st</sup> (Fall semester)

### 1.7. Idioma / [Language](#)

Español. Se emplea también Inglés en material docente / [In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material](#)

### 1.8. Requisitos previos / [Prerequisites](#)

Es muy recomendable haber superado las asignaturas correspondientes a los tres primeros cursos del Grado en Bioquímica y estar familiarizado con los conceptos impartidos en las asignaturas:

18203 - Células, Tejidos y Órganos

18215 - "Fisiología I"

18221 y 18226- "Organización y Control Celular I y II"

18224 y 18227 - "Bases Moleculares de la Patología I y II".



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

It is highly advisable to have passed the subjects for the first three years of the Degree in Biochemistry and be familiar with the concepts reviewed in the subjects:

18203 - "Cells, Tissues and Organs"

18215 - "Physiology I"

18221 & 18226 - "Cellular Organization and Control I & II"

18224 & 18227 - "Molecular Basis of Pathology I & II".

Disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / [Students must have a suitable level of English to read references in the language.](#)

### 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / [Minimum attendance requirement](#)

La asistencia es muy recomendable / [Attendance is highly advisable](#)

### 1.10. Datos del equipo docente / [Faculty data](#)

Coordinador: Fco Javier Díez Guerra

Departamento: Biología Molecular

Facultad de Ciencias

CBMSO Lab 307

Teléfono: 91 196 4612

e-mail: [fjavier.diez@uam.es](mailto:fjavier.diez@uam.es)

Horario de Tutorías Generales: previa petición por e-mail.

### 1.11. Objetivos del curso / [Course objectives](#)

El objetivo principal de esta asignatura es construir sobre los fundamentos generales de la organización estructural y funcional del sistema nervioso de mamíferos, un conocimiento avanzado de los procesos celulares y moleculares que subyacen al desarrollo, el funcionamiento y parte de la patología del sistema nervioso. Estos conocimientos son imprescindibles para comprender, analizar de forma crítica y participar en los avances que se producen actualmente en los distintos ámbitos de las Neurociencias.

[The main objective of this course is to build on the general foundations of the structural and functional organization of the mammalian nervous system, an advanced understanding of the cellular and molecular processes underlying the development, function and pathology of the nervous system. This](#)



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

knowledge is essential to understand, critically analyze and participate in the progress currently going on in various areas of neuroscience.

#### COMPETENCIAS:

- Conocer los procesos celulares y moleculares que subyacen al desarrollo del sistema nervioso, con énfasis en vertebrados y en la caracterización de las señales intrínsecas y extrínsecas implicadas en su regulación.
- Conocer las bases moleculares de la generación y regulación de los potenciales eléctricos a través de las membranas de las células nerviosas, haciendo hincapié en los distintos tipos de canales iónicos y la relación entre su estructura y su función.
- Conocer en profundidad los mecanismos moleculares que subyacen a la transmisión sináptica, en sus elementos presináptico y postsináptico, destacando los procesos de liberación de neurotransmisores y la señalización a través de los distintos receptores de membrana.
- Conocer los fundamentos moleculares y celulares de la plasticidad sináptica y su relevancia en el aprendizaje y la memoria.
- Conocer la etiología molecular y celular de algunas enfermedades neurológicas.

#### COMPETENCES:

- Understanding the cellular and molecular processes underlying the development of the nervous system, with emphasis on vertebrates and the characterization of intrinsic and extrinsic signals involved in its regulation.
- Knowing the molecular basis for the generation and regulation of electric potentials through the nerve cell membrane, emphasizing the different types of ion channels and the relationship between their structure and function.
- In-depth knowledge of the molecular mechanisms that underlie synaptic transmission in presynaptic and postsynaptic elements, highlighting the processes of neurotransmitter release and signaling through different membrane receptors.
- Understanding the molecular and cellular basis of synaptic plasticity and its relevance in learning and memory.
- Knowing the cellular and molecular etiology of some neurological diseases.

#### RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:

- Capacidad para analizar los resultados científicos en el campo de la neurobiología relacionando los conocimientos básicos con las enfermedades humanas.



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

- Capacidad para entender el funcionamiento y los resultados de las técnicas utilizadas en la investigación básica y clínica en el área de las neurociencias.
- Capacidad para entender, preparar y exponer temas de actualidad relacionados con la neurobiología.

#### LEARNING OUTCOMES:

- Ability to analyze scientific results in the field of neurobiology and to correlate basic knowledge to human disease.
- Ability to understand the operation and results of the techniques used in basic and clinical research in the area of neuroscience.
- Ability to understand, prepare and present current topics related to neurobiology.

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

### 1.- Desarrollo del Sistema Nervioso I: Inducción Neural y Regionalización del Sistema Nervioso.

Inducción neural: interacciones del tejido nervioso con tejidos adyacentes, la entidad molecular del inductor neural. Polaridad y Segmentación: identidad regional del Sistema nervioso, polaridad dorso-ventral en el tubo neural, el eje antero-posterior y los genes “homeobox”. Cresta neural y derivados.

### 2.- Desarrollo del Sistema Nervioso II: Generación y Diversificación Celular.

Control de la proliferación celular: “neural embryonic stem cells”, progenitores neurales. Generación de neuronas y glías. Histogénesis de la corteza cerebral y la corteza cerebelosa. Migración y especificación celular. Neurogénesis en el estadio adulto.

### 3.- Desarrollo del Sistema Nervioso III: Elongación y Guía Axonal.

Formación de dendritas y axones: El cono de crecimiento. Adhesión y señalización en la guía axonal. Factores para la Atracción y la Repulsión: Gradientes, información local. Selección de objetivos: Quimioespecificidad, la familia de las efrinas. Muerte neuronal: factores tróficos y supervivencia.

### 4.- Desarrollo del Sistema Nervioso IV: Formación de Contactos Sinápticos.

La decisión de formar una sinapsis. Agrupamiento de receptores y diferenciación de la unión neuromuscular. Proteínas de ensamblaje pre- y postsinápticas en el Sistema Nervioso Central. La maduración de la función sináptica depende de actividad.



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

### **5.- Desarrollo del Sistema Nervioso V: Refinamiento de circuitos.**

Influencia de la interacción con el entorno. Periodos críticos. Eliminación de sinapsis funcionales: mecanismos implicados. Plasticidad de los contactos sinápticos inhibitorios. Modificación de circuitos en función de la experiencia.

### **6.- Reparación y Regeneración en el Sistema Nervioso.**

Degeneración axonal en el Sistema Nervioso Central y Periférico. Factores que favorecen o inhiben el recrecimiento axonal tras el daño cerebral. Formación de nuevos contactos y recuperación funcional. Neurogénesis en el sistema nervioso adulto. Terapias regenerativas: Estimulación de la neurogénesis, trasplantes de neuronas o progenitores neuronales.

### **7.- Fenómenos eléctricos en las células nerviosas: Canales iónicos**

Potencial de membrana y potencial de acción. Técnicas de voltage-clamp y patch-clamp. Estructura molecular y características generales de los canales iónicos. Familias génicas de canales iónicos. Patología molecular: Canalopatías

### **8.- La transmisión sináptica I: aspectos pre-sinápticos.**

Sinápsis eléctrica y química. Organización del terminal nervioso. Tipos de neurotransmisores. Etapas de la neurotransmisión química (síntesis y almacenamiento, liberación, ciclo de las vesículas sinápticas, terminación). Transportadores de neurotransmisores. La sinapsis neuromuscular: receptor nicotínico de acetilcolina. Miastenias y botulismo.

### **9.- La transmisión sináptica II: aspectos post-sinápticos.**

Organización del elemento post-sináptico. Receptores ionotrópicos: Gabaérgicos, glicinérgicos y glutamatérgicos. Modulación de la transmisión sináptica: Receptores metabotrópicos y receptores tirosina kinasas (RTKs). Señalización intracelular local. Mensajeros retrógrados. Potenciales post-sinápticos: integración temporal y espacial.

### **10.- Bases moleculares de la plasticidad sináptica.**

Plasticidad a corto y a largo plazo. Modelos para estudiar el aprendizaje y la memoria. Habitación, sensibilización y condicionamiento en Aplysia. Potenciación y depresión en sinápsis de hipocampo (LTP y LTD): Mecanismos moleculares, inducción, mantenimiento, aspectos pre-sinápticos y post-sinápticos, mensajeros retrógrados. Plasticidad dependiente de coincidencia temporal (STD-LTP).

### **11.- Técnicas avanzadas en la investigación en las Neurociencias.**



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

Técnicas de imagen. fRMN y PET. EEG y potenciales evocados. Técnicas para la manipulación y registro de la actividad eléctrica: técnicas optogenéticas, determinación de la dinámica intracelular de iones calcio. Técnicas neuroanatomía avanzada. Proyecto conectoma.

### **12.- Funciones complejas del Sistema Nervioso.**

Ritmos circadianos. Sueño, vigilia y conciencia. Emociones: sistema límbico, amígdala. Memoria: categorías temporales, consolidación y “priming”. Memoria declarativa o explícita y no declarativa o implícita.

### **13.- Bases moleculares de la percepción del dolor.**

Nociceptores. Vías nerviosas de transmisión de la señal dolorosa (cordón espinal, tálamo, corteza cerebral). Hiperalgnesia y alodinia. Control endógeno del dolor: opiáceos endógenos, receptores. Mecanismo de acción de la morfina en el control del dolor. Tolerancia y adicción a opiáceos.

### **14.- Patologías de los procesos mentales.**

Trastornos afectivos y de la personalidad (depresión, esquizofrenia). Trastornos del desarrollo neurológico con alteraciones cognitivas: Autismo, Síndrome X Frágil, Síndrome de Rett, Síndrome de Down.

### **15.- Bases Moleculares y Celulares de la Epilepsia.**

Clasificación de ataques epilépticos y epilepsias: etiología, síntomas y fenotipos. Ataques parciales (focales) y ataques generalizados (primarios). Foco epiléptico. Propagación de la actividad epiléptica. Circuitos tálamo-corticales. Daño cerebral. Impacto de la enfermedad en la población.

## **CONTENIDOS PRÁCTICOS:**

Están planteados dos bloques de prácticas:

-Identificación mediante histología y/o inmunohistoquímica de distintos tipos celulares del sistema nervioso y de nichos neurogénicos en el cerebro de rata o ratón.

-Fraccionamiento subcelular y caracterización de tejido cerebral mediante centrifugación diferencial y posterior análisis por Western blot



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

### 1.13. Referencias de consulta / **Course bibliography**

#### **Neuroscience, Fifth Edition**

Edited by Dale Purves, George J. Augustine, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel LaMantia, Leonard E. White  
Editorial Sinauer, 2012

#### **Principles of Neural Science, Fifth Edition**

Edited by Eric R. Kandel et al.  
Editorial McGraw-Hill, 2012

#### **Development of the Nervous System, Third Edition**

Edited by Dan H. Sanes, Thomas A. Reh, William A. Harris  
Editorial Academic Press, 2011

#### **From Neuron to Brain, Fourth Edition**

John G. Nicholls, A. Robert Martin, Bruce G. Wallace and Paul A. Fuchs.  
Editorial Sinauer, 2001

#### **Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Edition**

Mark F. Bear, Barry W. Connors and Michael A. Paradiso  
Lippincott Williams & Wilkins Publishers, 2007

#### **From Molecules to Networks : An Introduction to Cellular and Molecular Neuroscience, 2 nd Edition**

Edited by John H. Byrne and James L. Roberts  
Elsevier Academic Press, 2009

#### **Basic Neurochemistry: Principles of Molecular, Cellular, and Medical Neurobiology, Eighth Edition**

Scott Brady, George Siegel, R. Wayne Albers and Donald Price  
Academic Press, 2011

#### **Ion Channels of Excitable Membranes, Third Edition**

Bertil Hille  
Editorial Sinauer, 2001

#### **Neurobiology: From Molecular Basis to Disease**

Edited by R. A. Meyers  
Wiley-VCH Verlag, 2008



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

### Actividades presenciales

- Clases teóricas: 3 sesiones por semana durante la duración del curso.

Exposiciones orales por parte del profesor de los contenidos fundamentales de cada tema. En las sesiones se utilizará material audiovisual (presentaciones) disponible en la página de docencia en red (Moodle UAM).

Se estimulará la participación proponiendo cuestiones concretas a los estudiantes durante las exposiciones y promoviendo el debate.

- Clases Prácticas: Se realizarán un total de 5 sesiones prácticas en días consecutivos, con una duración aproximada de 4 horas cada una. Los estudiantes matriculados serán distribuidos en 2 grupos de 20-25 estudiantes que realizarán las prácticas de forma simultánea en dos laboratorios docentes independientes.

En las clases prácticas se proporcionará un guion a los alumnos. Cada sesión comenzará con una explicación de la actividad a desarrollar, que incluirá: objetivos, metodología, resultados previsibles, análisis y su presentación en un cuaderno de laboratorio.

Tras la finalización de las prácticas se realizará un seminario de puesta en común de resultados y un test para evaluar los conocimientos adquiridos.

### Classroom activities:

- Lectures: 3 sessions per week for the duration of the course.

Oral presentations by the teacher of the fundamental contents of each chapter. The sessions will use audiovisual materials (presentations) available on the online teaching website (Moodle UAM).

Participation will be encouraged by proposing specific questions to students during presentation to stimulate debate.

- Practical Laboratory sessions: about 5 practical sessions will be conducted on consecutive days, with a duration of 4 hours each. Enrolled students will





Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

be divided into 2 groups of 20-25 students which will work simultaneously in two separate teaching laboratories.

In practical classes a script will be provided to students. Each session will begin with an explanation of the activity to be undertaken, including: objectives, methodology, expected results, analysis and presentation in a laboratory notebook.

Upon completion of the lab sessions a seminar or meeting will take place to share and discuss the results obtained and to assess the knowledge acquired.

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

Se estima que el alumno deberá dedicar, aproximadamente, 2 horas por cada hora de clase para organizar, relacionar e integrar los conceptos e información recibidos y consultar la bibliografía.

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	42 h (28%)	72 horas 48%
	Clases Prácticas	20 h (13%)	
	Tutorías	4h (3%)	
	Exámenes	6h (4%)	
No presencial	Estudio semanal (~5 x 14 semanas)	72 h (48%)	78 horas 52 %
	Preparación del examen	6 h (4%)	
		<b>150 h</b>	

### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Al final del curso se realizará un examen escrito para evaluar la asimilación de los contenidos de la asignatura y las competencias alcanzadas. El estudiante que no realice la prueba escrita final será calificado como “no evaluado”.



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## Evaluación ordinaria:

### 1. Evaluación continuada:

Se realizarán hasta dos controles de progreso correspondientes a bloques temáticos definidos del programa, con el fin de evaluar la comprensión y capacidad de manejo de los conceptos explicados en clase.

Los resultados de estos controles constituyen indicadores relevantes tanto para los docentes como para los estudiantes. Los profesores obtienen una estimación real de la asimilación de conceptos y los estudiantes una experiencia directa del método de evaluación y una estimación de su rendimiento, que tendrán en cuenta para modificar, si fuera necesario, su método de estudio o dedicación.

El rendimiento en las actividades de evaluación continua será evaluado con hasta un 36% de la calificación final.

2. Examen de prácticas: Se realizará una prueba escrita de comprensión y manejo de los conceptos utilizados para el desarrollo de las sesiones prácticas. El rendimiento alcanzado en esta prueba supondrá un 14% de la calificación final.

### 3. Examen final:

- El examen final será una prueba escrita que podrá incluir preguntas cortas, preguntas de tipo test, desarrollos cortos de temas propuestos o resolución de problemas. Se realizará al término de las clases programadas, en fecha que determine el horario oficial, e incluirá todos los contenidos del temario.

Esta prueba evaluará el nivel de conocimiento alcanzado, su integración y la capacidad de aplicarlo en la resolución de problemas reales. El resultado de este examen final supondrá al menos un 50% de la calificación final.

Para superar la asignatura es necesario obtener una puntuación mínima de 5 sobre 10 puntos posibles en la calificación final.

## Evaluación extraordinaria:

La evaluación extraordinaria consistirá en una prueba escrita realizada en el mismo formato que el examen final. Se utilizarán las calificaciones de las



Asignatura: Neurobiología Molecular  
Código: 18243  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

pruebas de evaluación continua si las hubiere, y solamente si fueron obtenidas en el mismo curso de la convocatoria. En cualquier caso, la calificación final de la prueba escrita deberá superar la calificación de 5.

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Tema 1	3 h	6 h
2	Tema 2-3	3 h	6 h
3	Tema 3-4	3 h	6 h
4	Tema 5-6	3 h	6 h
5	Tema 6-7	3 h	6 h
6	Tema 7-8	3 h	6 h
7	Tema 8-9	3 h	6 h
8	Tema 9	3 h	6 h
9	Tema 10	3 h	6 h
10	Tema 11-12	3 h	6 h
11	Tema 12-13	3 h	6 h
12	Tema 14	3 h	6 h
13	Tema 15	3 h	6 h

\*Este cronograma tiene carácter orientativo y será revisado en el momento de conocer en detalle los horarios y distribución de las clases.

Los horarios oficiales se pueden consultar en la página web de la Facultad de Ciencias, Grado en Bioquímica.