



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética  
Código: 18218  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Curso Académico: 2017 - 2018  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Biomembranas, transporte y bioenergética / Biomembranes, transport and bioenergetics

### 1.1. Código / Course number

18218

### 1.2. Materia / Content area

Bioquímica y Biología Molecular / Biochemistry and Molecular Biology

### 1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / Compulsory subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

### 1.5. Curso/ Year

2º / 2<sup>nd</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

2º / 2<sup>nd</sup> (Spring 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



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética  
Código: 18218  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Curso Académico: 2017 - 2018  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

Es muy recomendable tener conocimientos adecuados de matemáticas, termodinámica, química, así como de la estructura celular y sus orgánulos. Asimismo es recomendable haber superado las asignaturas del primer curso: 18201 (química), 18202 (fundamentos de biología), 18204 (física), 18205 (matemáticas), y 18210 (fundamentos de bioquímica). Igualmente, es recomendable haber superado las asignaturas del primer semestre de segundo curso/ **Some previous knowledge of mathematics, thermodynamics, chemistry, and cellular structure and organelle organization is highly advisable. It is also advisable having successfully passed the matters (first course): 18201 (chemistry), 18202 (fundamental biology), 18204 (physics), 18205 (mathematics) and 18210 (fundamental biochemistry). Similarly, it is highly advisable to have successfully passed the matters corresponding to the first semester of this second academic year.**

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 a clases magistrales, problemas y seminarios es muy recomendable / **Attendance to lectures, problems sessions and seminars is quite advisable**

### 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / <b>Lecturer(s)</b>	Carmen Aragón Rueda, Coordinadora
Departamento de / <b>Department of</b>	Biología Molecular / <b>Molecular</b>
<b>Biology</b>	
Facultad / <b>Faculty</b>	Ciencias / <b>Sciences</b>
Despacho - Módulo / <b>Office - Module</b>	CBMSO-lab 304
Teléfono / <b>Phone:</b>	CBMSO: 91 196 4632
Correo electrónico / <b>Email:</b>	<a href="mailto:caragon@cbm.csic.es">caragon@cbm.csic.es</a>
	<a href="mailto:carmen.aragon@uam.es">carmen.aragon@uam.es</a>

Páginaweb / **Website:**

[http://www2.cbm.uam.es/mkfactory.esdomain/webs/CBMSO/plt\\_LineasInvestigacion](http://www2.cbm.uam.es/mkfactory.esdomain/webs/CBMSO/plt_LineasInvestigacion)

Horario de atención al alumnado / **Office hours:** Previa cita por e-mail

Otros profesores implicados en la asignatura pueden consultarse en la página web del título/:



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética  
Código: 18218  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Curso Académico: 2017 - 2018  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671468321/listadoCombo/Profesorado.htm>

## 1.11. Objetivos del curso / Course objectives

El objetivo de esta asignatura es fomentar, a través de la metodología docente desarrollada durante el curso, que el estudiante al finalizar el mismo sea capaz de:

- A) En los bloques de Biomembranas y Transporte:
  - 1) Adquirir conocimientos básicos sobre cómo la estructura de los fosfolípidos determina la formación de bicapas lipídicas en un entorno acuoso, las propiedades de las membranas biológicas.
  - 2) Comprender los principios que rigen el transporte de sustancias a través de las membranas celulares
  - 3) Diferenciar atendiendo a criterios bioenergéticos, los diferentes tipos de transporte
  - 4) Conocer los mecanismos funcionales de transportadores y canales de membrana.
- B) En el apartado de Bioenergética:
  - 1) Comprender el trasiego de energía entre distintos procesos biológicos, ya sean reacciones químicas acopladas, transporte, reacciones redox, así como el acoplamiento y grado de intercambio entre estas energías para favorecer procesos como, en términos generales, pueden ser la función mitocondrial o del cloroplasto.
  - 2) Familiarizar con el entendimiento y el uso de ecuaciones que describen todos estos procesos energéticos, sabiendo identificar para cada caso concreto cuál/cuáles aplican y la forma correcta de utilizarlas.
  - 3) Entender el proceso de transferencia de electrones en cadenas de transporte electrónico, a qué se debe, y en qué se usa la energía desprendida en algunos de estos procesos

El objetivo de esta asignatura es contribuir a que el estudiante adquiera las siguientes competencias:

### Competencias Generales

CG1.- Poseer y comprender los conocimientos fundamentales acerca de la organización y función de los sistemas biológicos en los niveles celular y molecular, siendo capaces de discernir los diferentes mecanismos moleculares



y las transformaciones químicas responsables de un proceso biológico. Estos conocimientos se apoyarán en los libros de texto avanzadas, pero también incluirán algunos aspectos de fuentes de la literatura científica de la vanguardia del conocimiento en el ámbito de la Bioquímica y Biología Molecular.

CG2.- Saber aplicar los conocimientos en Bioquímica y Biología Molecular al mundo profesional, especialmente en las áreas de investigación y docencia, y de actividades biosanitarias, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas en el ámbito de las Biociencias Moleculares utilizando el método científico.

CG3.- Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas en distintos temas relevantes en el ámbito de las Biociencias Moleculares.

CG4.- Capacidad para transmitir información, ideas, problemas y soluciones dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la capacidad de comunicar aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado

CG5.- Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía, incluyendo la capacidad de asimilación de las distintas innovaciones científicas y tecnológicas que se vayan produciendo en el ámbito de las Biociencias Moleculares.

### **Competencias transversales**

CT1.- Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.

CT2.- Capacidad para trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.

CT4.- Capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo.

CT5.- Capacidad para aplicar los principios del método científico.

CT6.- Capacidad para reconocer y analizar un problema, identificando sus componentes esenciales, y planear una estrategia científica para resolverlo.

CT7.- Capacidad de utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad profesional.



CT9.- Capacidad de comunicar información científica de manera clara y eficaz, incluyendo la capacidad de presentar un trabajo, de forma oral y escrita, a una audiencia profesional, y la de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas.

### **Competencias específicas:**

CE2.- Conocer y entender las diferencias entre células procariotas y eucariotas, así como la estructura y función de los distintos tipos celulares (en organismos multicelulares) y de sus orgánulos subcelulares.

CE3.- Comprender los principios básicos que determinan la estructura molecular y la reactividad química de las biomoléculas sencillas.

CE4.- Comprender los principios que determinan la estructura de las macromoléculas biológicas (incluyendo proteínas y ácidos nucleicos), así como de los complejos supramoleculares biológicos, y ser capaz de explicar las relaciones entre la estructura y la función.

CE5.- Comprender los principios químicos y termodinámicos del reconocimiento molecular y de la biocatálisis, así como el papel de las enzimas y otras proteínas en determinar el funcionamiento de las células y organismos.

CE6.- Comprender la estructura de las membranas celulares y su papel en el transporte de moléculas, transducción de energía y transducción de señales.

CE10.- Comprender los aspectos esenciales de los procesos metabólicos y su control, y tener una visión integrada de la regulación y adaptación del metabolismo en diferentes situaciones fisiológicas, con especial énfasis en la especie humana.

CE11.- Tener una visión integrada del funcionamiento celular (incluyendo el metabolismo y la expresión génica), abarcando su regulación y la relación entre los diferentes compartimentos celulares.

CE12.- Tener una visión integrada de los sistemas de comunicación intercelular y de señalización intracelular que regulan la proliferación, diferenciación, desarrollo y función de los tejidos y órganos, para así comprender cómo la complejidad de las interacciones moleculares determina el fenotipo de los organismos vivos, con un énfasis especial en el organismo humano.



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética  
Código: 18218  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Curso Académico: 2017 - 2018  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

CE15.- Conocer los principales problemas actuales y los retos futuros de las Biociencias Moleculares, así como las implicaciones éticas y sociales de las aplicaciones prácticas de la Bioquímica y Biología Molecular en los sectores sanitario y biotecnológico.

CE17.- Conocer los principales métodos para el ensayo de la actividad biológica de los componentes celulares, en especial de los enzimas, tanto in vitro como in vivo.

CE24.- Poseer las habilidades matemáticas, estadísticas e informáticas para obtener, analizar e interpretar datos, y para entender modelos sencillos de los sistemas y procesos biológicos a nivel celular y molecular.

CE25.- Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biológicos (genómicos, transcriptómicos, proteómicos, metabolómicos y similares derivados de otros análisis masivos) y de datos bibliográficos, y usar las herramientas bioinformáticas básicas.

CE26.- Capacidad para plantear y resolver cuestiones y problemas en el ámbito de la Bioquímica y Biología Molecular a través de hipótesis científicas que puedan examinarse empíricamente

CE28.- Capacidad para transmitir información dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la elaboración, redacción y presentación oral de un informe científico.

CE29.- Adquirir la formación básica para el desarrollo de proyectos, incluyendo la capacidad de realizar un estudio en el área de la Bioquímica y Biología Molecular, de interpretar críticamente los resultados obtenidos y de evaluar las conclusiones alcanzadas.

## 1.12. Contenidos del programa / [Course contents](#)

El programa se articula en varios grandes bloques: Biomembranas, Fuerzas Motrices, Transporte, Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa, ROS, Fotosíntesis, Transportadores Mitocondriales, y Patologías. Los temas a tratar se detallan a continuación:

### **BIOMEMBRANAS**

**TEMA 1. Composición y arquitectura de las membranas I.** Estructura molecular de los lípidos de membrana, glicerofosfolípidos, esfingolípidos y glucoesfingolípidos, glucoglicerolípidos, colesterol. La bicapa lipídica como elemento estructural de las membranas: micela, bicapa, vesícula.



**TEMA 2. Propiedades dinámicas de las membranas.** Fluidez de membrana. Difusión “flip-flop” de los lípidos en la bicapa. Difusión lateral de lípidos y proteínas. Subdominios rafts: asociación de esfingolípidos y colesterol. La curvatura y fusión de membranas en procesos biológicos: proteínas SNARE

**TEMA 3. Proteínas de membrana.** Tipos de asociación de las proteínas a la membrana. Topología de las proteínas integrales de membrana: índice de hidropatía. Interacciones lípido-proteína. Asimetría estructural y funcional de las membranas.

### FUERZAS MOTRICES

**TEMA 4. Potenciales.** Recordatorio de las leyes de la termodinámica. Tipos de sistemas de estudio en los que aplican. Funciones de estado. Adaptación de estas leyes a la complejidad de las células y procesos bioquímicos. Energía libre de Gibbs (y sus cambios en procesos biológicos). Potencial químico. Espontaneidad de procesos biológicos. Influencia de la temperatura. Cálculo de la energía libre de Gibbs en procesos. Compuestos ricos en energía. Almacenamiento de energía en enlaces químicos. Energía de compuestos y de soluciones complejas. Energías estándar, en condiciones no estándar, y aproximaciones en Bioquímica. Gasto energético en la generación y rotura de enlaces. Acoplamiento entre reacciones químicas. Cambios en energía libre en reacciones químicas y su relación con la constante de equilibrio de estas reacciones. Diversas formulaciones de estos fenómenos. Potencial de transferencia de grupos, incluido el grupo fosfato. Ejemplos de fosforilación a nivel de sustrato, o de síntesis de ADN. Potencial de membrana. Generación potencial de equilibrio. Recordatorio a potencial de reposo en neurona. Potencial electroquímico. Su generación y acción como fuerza motriz de procesos bioquímicos. Potenciales de reducción (o redox). Introducción al transporte electrónico

### TRANSPORTE

**TEMA 5. Papel fisiológico del transporte.** Clasificación bioenergética del transporte. Características cinéticas y termodinámicas. Difusión simple: Ley de Fick. Difusión facilitada (transporte pasivo): Transportadores de glucosa, intercambiador  $\text{CO}_3\text{H}/\text{Cl}^-$ .

**TEMA 6. Canales de membrana.** Acuoporinas: Estructura 3D y mecanismo. Canales iónicos operados por voltaje en membranas de células excitables: potenciales de reposo y de acción. Canales iónicos operados por ligando: neurotransmisión sináptica.

**TEMA 7. Transporte activo primario.** Clasificación: P-ATPasas ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPasa,  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasas,  $\text{H}^+/\text{K}^+$ -ATPasa), F- y V-ATPasas; familia ABC de



transportadores: MDR (multi-drug resistance transporter), CFTR (regulador de la conductancia transmembrana de la *fibrosis cística*).

**TEMA 8. Transporte activo secundario.** Gradientes electroquímicos iónicos. Iones acoplantes. Transporte transepitelial de glucosa en células intestinales. Transportadores de células parietales y acidificación gástrica. Transporte de neurotransmisores.

### **TRANSPORTE ELECTRÓNICO (CADENA RESPIRATORIA) Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA**

**TEMA 9. Transporte Electrónico.** Transferencia de electrones entre moléculas. Principales transportadores/vehículos de electrones. NAD y nucleótidos de flavina. Determinación experimental de la secuencia de transportadores electrónicos en mitocondria. Características y métodos de estudio de los principales centros redox. Saltos energéticos entre distintos complejos. Descripción y funcionamiento de los complejos I-IV, así como de quinona y citocromo c. Uso de la energía liberada en el transporte electrónico para el bombeo de protones. Postulados acerca del mecanismo de bombeo de protones.

**TEMA 10. Fosforilación oxidativa:** Concepto de la teoría quimio-osmótica. Demostraciones experimentales de esta teoría. Métodos de estudio de los componentes de la función mitocondrial (p. ej., electrodo de oxígeno) y del gradiente electroquímico de protones. Analogías entre circuito eléctrico y función mitocondrial. Distinción entre fosforilación a nivel de sustrato y fosforilación oxidativa. Estructura y función de la protón-ATP-sintasa. Reversibilidad. Mecanismo rotatorio. Estequiometría bioquímica y “real” desde el punto de vista de electrones transportados, protones bombeados y ATPs sintetizados. Conceptos ADP/O ó P/O. Otros usos del gradiente electroquímico de protones.

**Tema 11. Transporte mitocondrial.** Transporte mitocondrial de cationes y aniones. Técnicas de estudio. Transportadores mitocondriales de metabolitos. Lanzaderas de NADH. Transporte mitocondrial de calcio.

**TEMA 12. Especies reactivas del oxígeno (ROS).** Producción mitocondrial de superóxido. Estrés oxidativo y defensas antioxidantes. Fugas de protones. Proteínas desacoplantes (UCPs). Óxido nítrico y respiración mitocondrial.

### **DINÁMICA MITOCONDRIAL**

**Tema 13. El DNA mitocondrial.** Heteroplasmia y homoplasmia. Fusión y fisión mitocondrial: Drp-1, Fis1, Mfn 1/2, OPA1.





Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética  
Código: 18218  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Curso Académico: 2017 - 2018  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## FOTOSÍNTESIS

**Tema 14.** Captación de luz por bacterias fotosintéticas y cloroplastos. Energética del proceso. Características de los compuestos captadores de luz. Antenas y centros primarios de reacción en bacterias y cloroplastos. Componentes redox y flujo de electrones dependiente de la luz. Fotosistemas bacterianos y de plantas verdes. Circuito de electrones y bombeo de protones en bacterias fotosintéticas y en cloroplastos. Gradiente electroquímico de protones en cloroplastos. Fotofosforilación. Formación de NADPH. Integración de dos fotosistemas de plantas verdes. Regulación.

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

#### **Bioquímica. Conceptos esenciales**

E. Feduchi, I. Blasco, Carlos S. Romero, E. Yáñez.  
Editorial Médica Panamericana, 2011

#### **Lehninger Principles of Biochemistry, (Seventh edition)**

D.L. Nelson, M.M. Cox  
Macmillan Education, 2017

#### **Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level (Fourth edition)**

Voet, D., Voet, J.G. and Pratt, C.W.  
Wiley, 2012

#### **Biochemistry (eighth edition)**

Berg, J.M., Tymoczko, J.L. Gatto, Jr G.J. and Stryer, L.  
W.H. Freeman and Company, 2015

#### **Bioquímica, (3ª edición)**

C.K. Mathews, K.E. van Holde, K.G. Ahern  
Addison Wesley, 2002

#### **Molecular Cell Biology, (eighth edition)**

H. Lodish, A. Berk, C. A. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, A. Amon, M. P. Scott  
W.H. Freeman and Company, 2016

#### **BIBLIOGRAFIA ESPECIALIZADA:**

##### **Bioenergetics 4**

Nicholls & Ferguson  
Academic Press, 2013



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética  
Código: 18218  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Curso Académico: 2017 - 2018  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

### ACTIVIDADES PRESENCIALES:

- Clase expositiva o magistral, en las que el profesor explicará con apoyo de presentaciones los conceptos básicos de la asignatura, siguiendo el programa anteriormente descrito, favoreciendo las preguntas e interacción con los estudiantes. Los materiales se proporcionarán en Moodle.
- Aprendizaje basado en problemas y Seminarios, en los cuales se promoverá la participación de los estudiantes en la discusión de temas concretos y resolución de problemas.  
En alguna ocasión se podrá contar con la presencia de algún profesor invitado para casos muy concretos de seminarios de especial relevancia.
- Tutorías: A lo largo del semestre los estudiantes, previa cita por correo electrónico, podrán concertar una tutoría individual o en grupo para solución de dudas o tratar problemas puntuales.

### ACTIVIDADES DE EVALUACION:

- Al final de cada bloque temático, incluyendo actividades desdobladas como puede ser el caso de resolución de problemas, se podrá proponer una prueba corta con objeto de evaluar el grado de asimilación de los contenidos estudiados.
- Al final del semestre se llevará a cabo un examen final escrito, que podrá incluir problemas del estilo de los resueltos en clase.

### ACTIVIDADES NO PRESENCIALES:

Se estima que, por cada semana de clase, el estudiante deberá utilizar unas 6 horas para asegurar el entendimiento y comprensión de los temas tratados, consulta de bibliografía, estudio previo de los temas de los seminarios, y resolución de problemas.



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética  
Código: 18218  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Bioquímica  
Curso Académico: 2017 - 2018  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

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

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	33 h (22%)	46 horas (30.7%)
	Tutorías programadas a lo largo del semestre	2 h (1,3%)	
	Seminarios y clases de problemas	5h (3.3%)	
	Realización de controles y del examen final	6 h (4%)	
No presencial	Estudio semanal (6hrs por 10 semanas)	66h (44%)	104 horas (69.3%)
	Preparación seminarios y clases de problemas	16h (10.6%)	
	Preparación de controles y del examen final	22 h (14.6%)	
<b>Carga total de hora de trabajo: 25 hrs x ECTS</b>			<b>150 hrs</b>

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

Los resultados del aprendizaje relacionados con las competencias enumeradas anteriormente serán evaluados como sigue:

El sistema de evaluación en convocatoria ordinaria constará de un 70% de la nota basado en el examen final, un 20% basado en pruebas parciales y un 10% en la participación y aprovechamiento de clases de problemas y seminarios. En la convocatoria extraordinaria los procedimientos, criterios de evaluación y porcentaje en la calificación final serán los mismos.

El alumno que no se presente al examen final será calificado como “no evaluado”

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Biomembranas	3	Estudio
2	Fuerzas motrices	3	Estudio
3-4	Transporte	7	Estudio Preparación problemas Estudio prueba parcial
5-6	Transporte electrónico y Fosforilación oxidativa	7	Estudio Preparación problemas
7-8	Transportadores mitocondriales	7	Estudio, preparación problemas Estudio prueba parcial
9	Especies reactivas del oxígeno y Dinámica mitocondrial	4	Estudio, preparación problemas y seminarios
10-11	Fotosíntesis, bioenergética cloroplasto	6	Estudio, preparación problemas y examen final

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.