

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
BIOFÍSICA Y GEOFÍSICA	BIOFÍSICA	3º	1º	6 (4T, 2P)	Optativa
PROFESOR(ES):			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS : Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Campus Fuente Nueva, Universidad de Granada, Granada 18071,		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• María José Gálvez Ruiz</li> <li>• Fernando Vereda Moratilla</li> </ul>			Dpto. Física Aplicada, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 4. Tf: 958 243212 Correo electrónico: mjgalvez@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en FÍSICA			Biología, Bioquímica, Biotecnología, Química y Medicina		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener cursadas las asignaturas Fundamentos de Física y Termodinámica Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Física del no equilibrio</li> <li>• Física Estadística</li> </ul>					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Los contenidos de la materia de Biofísica se dividen en tres partes, de acuerdo con los diferentes niveles de estructuración de un sistema biológico y de acuerdo con la fenomenología que se pretende estudiar. Éstas son: Biofísica Molecular Biofísica Celular o supramolecular Biofísica de los sistemas complejos					



## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### Transversales

CT1 Capacidad de análisis y síntesis.  
CT2 Capacidad de organización y planificación.  
CT3 Comunicación oral y/o escrita.  
CT6 Resolución de problemas.  
CT7 Trabajo en equipo.  
CT8 Razonamiento crítico.  
CT10 Creatividad.

### Específicas

CE1: Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.  
CE2: Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.  
CE3: Comprender y conocer los métodos matemáticos para describir los fenómenos físicos.  
CE4: Medir, interpretar y diseñar experiencias en el laboratorio o en el entorno  
CE5: Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.  
CE6: Elaborar proyectos de desarrollo tecnológico y/o de iniciación a la investigación científica.  
CE7: Trasmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.  
CE8: Utilizar herramientas informáticas para resolver y modelar problemas y para presentar sus resultados.  
CE9: Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer las características específicas de los sistemas biológicos que los diferencian de los sistemas sin vida.
- Conocer los diferentes niveles de estructuración de un sistema biológico.
- Conocer los principales problemas planteados sobre el comportamiento de los sistemas biológicos.
- Conocer las investigaciones actuales en el ámbito de la Biofísica
- Conocer la descripción de sistemas en situaciones de no-equilibrio
- Conocer las bases de la Física lineal y no-lineal
- Aprender a plantear investigaciones en Biofísica
- Aprender a aplicar los métodos de la Física para el estudio de sistemas complejos
- Conocer planteamientos interdisciplinarios

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

#### INTRODUCCIÓN

1. **INTRODUCCIÓN.** Introducción a la Biofísica. Características de los sistemas biológicos. Métodos de análisis de los biosistemas a diferentes niveles de estructuración: biofísica molecular, celular y de los sistemas complejos.

#### BIOFÍSICA CELULAR Fenómenos de transporte y de membrana



2. **INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA DE LOS PROCESOS IRREVERSIBLES.** Generalización del Segundo Principio de la Termodinámica para sistemas abiertos. Función de disipación. Relaciones lineales entre flujos y fuerzas termodinámicos conjugados. Intervalo de validez de la Termodinámica Lineal. Propiedades de los coeficientes fenomenológicos. Las relaciones de Onsager. Teorema de mínima producción de entropía. Estabilidad de los estados estacionarios en las proximidades del equilibrio. Criterio de estabilidad. Procesos muy alejados del equilibrio. Criterio de evolución.
3. **BIOFÍSICA DEL POTENCIAL DE MEMBRANA.** Introducción. Primera aproximación al potencial de membrana: potencial de Nernst. Potenciales de Gibbs-Donnan. Potenciales superficiales. Propiedades eléctricas de las membranas: Transmisión del impulso nervioso.
4. **ANÁLISIS BIOFÍSICO DEL TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANAS: TRANSPORTE PASIVO.** Ecuación de Nernst-Planck. Teoría del campo constante. Ecuación GHK en sistemas complejos. Teoría de la carga fija. Transmisión del potencial de acción. Análisis del transporte mediante TPI. Fenómenos electrocinéticos
5. **TRANSPORTE FACILITADO. CANALES IÓNICOS. TRANSPORTADORES.** Introducción. Características del transporte facilitado mediante transportadores y canales iónicos. Modelo de transporte de oxígeno mediante hemoglobina basado en la Termodinámica de los procesos irreversibles.
6. **TRANSPORTE ACTIVO: EFECTO DE REACCIONES QUÍMICAS SOBRE LOS PROCESOS DE TRANSPORTE.** Reacciones químicas y gradientes de concentración en estado estacionario. Descripción fenomenológica del transporte activo. La bomba sodio-potasio. Fosforilación oxidativa.

### **BIOFÍSICA DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS COMPLEJOS** **Comportamiento de sistemas biológicos. Teoría no lineal**

7. **ORDENACIÓN EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO: PROCESOS IRREVERSIBLES ALEJADOS DEL EQUILIBRIO.** Procesos cinéticos considerados como ecuaciones diferenciales. Soluciones estacionarias. Modelo de Lotka-Volterra. Estabilidad de las soluciones estacionarias: Método de las perturbaciones. Trayectorias: soluciones de los sistemas de ecuaciones diferenciales. Tipos de estabilidad. Análisis de la estabilidad en el modelo de Lotka-Volterra. Ordenación en el tiempo: relojes biológicos. Estabilidad estructural y bifurcaciones. Modelo de Brusselator. Clasificación de los diferentes tipos de comportamiento dinámico.
8. **COMPORTAMIENTO OSCILATORIO EN SISTEMAS BIOLÓGICOS.** Autoorganización a nivel temporal en los seres vivos. Ritmos biológicos. Oscilaciones metabólicas: rutas glicolíticas. Sistemas enzimáticos. Modelo mínimo de sistema bioquímico autorregulado. Condiciones generales de inestabilidad en sistemas autorregulados. Comportamiento oscilatorio en sistemas enzimáticos típicos.
9. **SISTEMAS CON DIFUSIÓN.** Autoorganización espacio-temporal. Ecuaciones de reacción-difusión. Soluciones de estas ecuaciones. Ejemplos.
10. **CAOS EN SISTEMAS BIOLÓGICOS.** Definición de caos: propiedades generales. Ejemplos biológicos. Universalidad del caos. Rutas hacia el caos: Cascadas de bifurcaciones. Atractores extraños: matematización del caos temporal. Dimensión fractal: matematización del caos geométrico. Características de un fractal. Determinación de la dimensión fractal de la estructura terciaria de una proteína.

### **BIOFÍSICA MOLECULAR**



## Introducción a la Biofísica Molecular

11. **INTRODUCCIÓN A LA BIOFÍSICA MOLECULAR.** Biomoléculas. Introducción a las macromoléculas biológicas. Introducción al análisis mecano-estadístico de las conformaciones macromoleculares.

### TEMARIO PRÁCTICO:

#### Seminarios/Talleres

- Mecanismos responsables de la funcionalidad biológica
- Interacciones entre biomoléculas
- Estructura de biopolímeros
- Biomateriales
- Generación y transmisión del impulso nervioso
- Canales iónicos
- Transporte a través de membranas biológicas
- Ritmos biológicos
- Modelo de sistema bioquímico autorregulado
- Sistemas con difusión: mecanismos de morfogénesis
- Nuevas técnicas para investigaciones biofísicas
- Modelos de desarrollo de células tumorales
- Mecanismos de infección virales

#### Prácticas de Laboratorio

Práctica 1. Determinación del coeficiente de difusión de la sal KCl y comparación con el de una macromolécula

Práctica 2. Determinación del potencial de Nernst para el ión  $K^+$  y su aplicación en el estudio de Biomembranas

Práctica 3. Estudio de la dinámica de la reacción de Belousov-Zhabotinsky: Determinación del periodo de oscilación y análisis del comportamiento disipativo no-lineal

Práctica 4. Análisis de fenómenos electrocinéticos y su interés en interfases biológicas

Práctica 5. Determinación de la concentración micelar crítica (CMC) de sales biliarres.

Práctica 6. Determinación de los números de transporte de los iones  $Cl^-$  y  $Na^+$  : implicaciones en los fenómenos de transporte en biomembranas del potencial de difusión

Práctica 7. Actividad interfacial de proteínas.

#### Prácticas de Campo

Práctica 1. Visitas a laboratorios de I+D

#### BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

### DIVULGACIÓN

- Coveney, P., Highfield, R. *La flecha del tiempo*, Ed. Orbis. 1993  
Heisenberg, W. *La imagen de la naturaleza en la física actual*, Ed. Orbis. 1985  
Prigogine, I. *Las leyes del caos*, Ed. Crítica, Grakontos. 1997.  
Schrödinger, E. *¿Qué es la vida?*, Ed. Orbis. 1984  
Waddington, C.H. *Hacia una biología teórica*, Alianza Editorial. 1976.

### BIOFÍSICA GENERAL

- Jou, D. Llebot, J.E. *Introducción a la termodinámica de los procesos biológicos*, Ed. Labor Universitaria. 1989.  
Laskowski, W., Pohlit, W. *Biofísica*, Ed. Omega. 1976  
Van Holde K.E., *Bioquímica Física*, Ed. Alhambra, Col. Exedra, Madrid, 1979  
Vazquez, J. *Biofísica: Principios fundamentales*, EYPASA. 1993.  
Vicente Córdoba, C., Legaz González, M.E. *Biofísica*, Ed. Síntesis. 1992.  
Volkenshtein, M.K. *Biofísica*, Ed. Mir. 1985.

### TERMODINÁMICA DE LOS PROCESOS IRREVERSIBLES

- Katchalsky, A., Curran, P.I. *Nonequilibrium Thermodynamics in Biophysics*. Harvard University Press, England, 1975.  
Montero, F. Morán, F. *Biofísica. Procesos de autoorganización en Biología*. Eudema Universidad, S.A., Madrid, 1992.  
Prigogine, I. *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes*, Interscience Publishers, N.Y., 1967.

### BIOFÍSICA MOLECULAR

- Horta Zubiaga, A. *Macromoléculas*, Ed. UNED, Madrid, 1991

### BIBLIOGRAFÍA ESPECIALIZADA

Artículos de investigación

### ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.ehu.es/biofisica/>  
<http://www.ehu.es/biomoleculas/homepage.htm>  
<http://www.ehu.es/biomoleculas/PROT/PROT3.htm#f1>  
<http://www.uam.es/otros/mbiofis/>  
<http://sbe.es/index.php>  
<http://www.biophysics.org/>  
<http://www.cell.com/biophysj/>  
<http://biophysics.berkeley.edu/>

### METODOLOGÍA DOCENTE

Los estudiantes tienen que participar activamente en el proceso docente. Todos tienen que buscar trabajos específicos de investigación completamente relacionados con los contenidos que se explican en clase, estudiarlos y comunicarlos por escrito y oral, mediante presentación pública de los mismos.



En este proceso están asesorados desde el inicio del curso por la profesora. Se evalúa la capacidad de los estudiantes para encontrar los trabajos adecuados como resultado de la comprensión de los fenómenos que se les plantean. No hay que olvidar que en esta materia hay que comenzar por plantear los objetivos de la Biofísica y las aportaciones que desde la Física se pueden hacer para resolver problemas relacionados con los sistemas biológicos.

En el laboratorio trabajan por objetivos. Se les plantea el análisis de un fenómeno o la obtención de unos resultados y deben de buscar la metodología más adecuada con las disponibilidades del laboratorio, diseñar las experiencias, realizar los experimentos, contrastar la bondad de los resultados obtenidos, resumir cada investigación en un póster y presentarlos públicamente en los talleres que se organizan a tal efecto.

A lo largo del curso se les plantean diversos problemas que deberán resolver utilizando los métodos y la información proporcionada en clase.

Los materiales utilizados en las clases teóricas se proporcionan en una plataforma docente (tablón docente)

La asistencia a tutorías es obligatoria y el trabajo en equipo también. Parte de los materiales utilizados se encuentran en el despacho del profesor (bases de datos, bibliografía) y parte en el laboratorio, por lo que tienen que acudir a ambos espacios para trabajar.

Los equipos de trabajo se configuran libremente, por lo que se trabaja con equipos con diferente número de miembros, adaptando las metodologías y el sistema de evaluación en cada caso. Se analiza la calidad de los trabajos realizados por los diferentes grupos y se discute sobre la rentabilidad de trabajar en equipo y el tamaño adecuado de grupo.

#### PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Durante el mes de octubre se explicarán los temas 1,2,3 y 4. Durante el mes de noviembre se explicarán los temas 5,6 y 7.

Durante los meses de enero y febrero se explicarán los temas 8,9, 10 y 11.

En los meses de octubre y noviembre los estudiantes trabajarán en el laboratorio docente de Biofísica. El trabajo experimental lo realizarán en 20 horas, repartido en 5 sesiones de aproximadamente 4 horas. En el mes de diciembre se celebrarán los talleres de presentación de los resultados experimentales.

En los meses de enero y febrero los estudiantes expondrán sus trabajos de Biofísica.

Las prácticas comenzarán en la segunda semana del primer cuatrimestre.

Las 20 horas de docencia práctica se emplearán en 6 sesiones de 3 horas en el laboratorio docente de Biofísica del Departamento de Física Aplicada, en el horario establecido por la Comisión Docente de Física, y 2 horas para presentación de los resultados en forma de cartel en un taller a celebrar al finalizar las sesiones de laboratorio.,

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)					Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)				
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
Semana 1											
Semana 2											



Semana 3											
Semana 4											
Semana 5											
Semana 6											
Semana 7											
Semana 8											
Semana 9											
Semana 10											
Semana 11											
Semana 12											
Semana 13											
Semana 14											
Semana 15											
Total horas											

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

**Sistema de evaluación de la Adquisición de las Competencias**

Se evalúa de forma continua todo el trabajo realizado por cada estudiante según la metodología explicada anteriormente. Cada estudiante debe de hacer, al menos, dos presentaciones públicas y por escrito de su trabajo. Si no se supera esta evaluación continua los estudiantes tienen la posibilidad de someterse a una prueba escrita, donde se pregunta por los contenidos de la asignatura, por el diseño de experiencias, por investigación en el ámbito de la Biofísica y deben resolver problemas relacionados con los temas explicados.

Resolución de problemas y cuestiones (15%)

Presentación de un trabajo relacionado con el Programa de la asignatura (55%)

Realización de las prácticas: diseño y metodología (15%)

Presentación de los resultados obtenidos en el laboratorio (15%)

Un examen final escrito (ponderado según resultados previos)

Se contempla una evaluación única final para aquellos estudiantes que acogiéndose a la normativa vigente en la UGR la soliciten. La prueba consistirá en un examen sobre los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**



