

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Biofísica y Geofísica	Biofísica	3º	1º	6	Optativa
PROFESORES⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> • María José Gálvez Ruiz • Fernando Vereda Moratilla • Stefania Nardecchia • Matthew Terkel 			Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Campus Fuente Nueva, Universidad de Granada, Granada 18071 Dpto. Física Aplicada, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despachos nº 4, 8, 36 y sala PIF. Correos electrónico: mjgalvez@ugr.es , fvereda@ugr.es , stefania@ugr.es , mbterkel@correo.ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS⁽¹⁾		
			http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Física			Biología, Bioquímica, Química, Medicina, Ciencia y Tecnología de Alimentos y Biotecnología		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede) Se recomienda haber cursado y aprobado las asignaturas de Física General I, Física General II, Termodinámica, Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Álgebra lineal y Geometría, Métodos numéricos y Simulación, Técnicas experimentales básicas, Métodos Matemáticos I, Métodos Matemáticos II, Métodos Matemáticos III					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>)

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 pretenda 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 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 interdisciplinares**

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

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. **ORDENACIÓN EN EL TIEMPO: 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.
4. **ORDENACIÓN EN EL ESPACIO: SISTEMAS CON DIFUSIÓN.** Autoorganización espacio-temporal. Ecuaciones de reacción-difusión. Soluciones de estas ecuaciones. Ejemplos.
5. **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 CELULAR **Fenómenos de transporte y de membrana**

6. **BIOFÍSICA DEL POTENCIAL DE MEMBRANA.** Introducción. Primera aproximación al potencial de membrana: potencial de Nernst. Potenciales de Gibbs-Donnan. Potenciales superficiales.
7. **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

8. 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.

9. 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.

TEMARIO PRÁCTICO:

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. Determinación de la concentración crítica de coagulación (ccc) de un sistema coloidal

Práctica 5. Determinación de la concentración micelar crítica (cmc) de surfactantes.

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

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

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.

TEMODINÁMICA 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 COMPLEMENTARIA:

- Artículos de investigación incluidos en el capítulo 1.
-

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. A lo largo del curso se les plantearán problemas que los estudiantes resolverán y presentarán en clase.

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 unas sesiones, tipo taller, que se organizan a tal efecto.

Los materiales utilizados en las clases teóricas se proporcionan en una plataforma docente (PRADO) Parte de los materiales utilizados se encuentran en el despacho de los profesores (bases de datos, bibliografía) y parte en el laboratorio, por lo que tienen que acudir a ambos espacios para trabajar. Los equipos de trabajo en el laboratorio 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 tiene en cuenta el tamaño de grupo.

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

A. Convocatoria Ordinaria



Sistema de evaluación de la Adquisición de las Competencias:
 Prueba escrita sobre los contenidos de la asignatura (60%)
 Resolución de problemas y cuestiones en clase y en casa (10%)
 Realización de las prácticas: diseño y metodología (15%)
 Presentación de los resultados obtenidos en el laboratorio (15%)

B. Convocatoria Extraordinaria

Será un único examen de toda la asignatura (teoría, prácticas y problemas)

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

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 (70%) y prácticos de la asignatura (30%).

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

Pulse el siguiente enlace para consultar lugar y horario de tutorías:
<http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado>

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

En escenario semipresencial, salvo excepciones, se atenderán las tutorías por videoconferencia (Google Meet o cualquier otra herramienta proporcionada por la UGR) o correo electrónico institucional. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante. El profesor podrá proponer en horario de tutorías, tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- La proporción entre clases virtuales y presenciales ha sido establecida por la coordinación del grado en Física. En el horario proporcionado se contempla 1 hora/semana de docencia presencial y 2 horas/semana de docencia virtual. Estas últimas se impartirán, salvo causa de fuerza mayor, de modo síncrono en el horario previsto. En la medida de lo posible, en las clases virtuales se concentrará la enseñanza de índole



teórica, y en las presenciales se primará la impartición de problemas. En caso de que el número de estudiantes por grupo sea superior a 20, probablemente no puedan acudir todos los estudiantes a la clase presencial prevista y habría que repetirla en semanas alternas. En esta situación, el temario teórico propuesto se reducirá al menos en un 40%.

- Las clases prácticas presenciales se impartirán en el laboratorio docente de Biofísica del Departamento de Física Aplicada. Cada grupo teórico se divide en dos grupos prácticos. Dadas las dimensiones y condiciones del laboratorio y considerando un número máximo de 10 estudiantes por grupo práctico, cada estudiante acudirá sólo a dos sesiones presenciales de laboratorio, ya que el aforo máximo del mismo, siguiendo las medidas de seguridad y distanciamiento social, es de 5 estudiantes y un profesor. En horario de clases prácticas y de manera síncrona se impartirá docencia práctica virtual explicando los objetivos prácticos a realizar, la metodología y funcionamiento de las diferentes técnicas, los materiales a utilizar, las normas que se deben observar en el laboratorio, el tratamiento de los datos tomados en el mismo y toda la información necesaria para que cada estudiante pueda realizar un informe de su objetivo práctico. En caso de que el número de estudiantes por grupo práctico sea superior a 10, toda la docencia práctica será virtual y se le proporcionará a los estudiantes los datos necesarios para que puedan realizar su proyecto de prácticas. En cualquiera de los casos y, siguiendo la metodología empleada en la docencia práctica de esta asignatura, cada estudiante debe presentar un protocolo de actuación en el laboratorio que será supervisado y evaluado antes de acudir al laboratorio o de realizar su proyecto práctico.
- Las clases virtuales se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar,...) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas,...)
- Las plataformas descritas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional,...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.
- Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

- La evaluación de la asignatura se dividirá en 3 ítems:
- Realización de un resumen de un artículo de investigación reseñado en el capítulo 1 y participación en clase, tanto presencial como virtual síncrona, presentando problemas realizados por cada estudiante: 10%
- Prácticas: Protocolo experimental (diseño y metodología) y trabajo en el laboratorio: 15%
- Prácticas: Tratamiento de los datos e informe final, incluida la presentación del mismo: 15%
- Examen: Temas teóricos y problemas: 60%

Las pruebas, examen y presentación de las prácticas, tendrán lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, las pruebas se realizarían a través de la plataforma Prado Examen, Google Meet, etc. siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

Convocatoria Extraordinaria

- Un único examen de toda la asignatura (teoría, prácticas y problemas)

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán



conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.
El examen tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, se realizaría a través de la plataforma Prado Examen, Google Meet, etc. siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

Evaluación Única Final

- 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 (70%) y prácticos de la asignatura (30%).

El examen tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, se realizaría a través de la plataforma Prado Examen, Google Meet, etc. siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Pulse el siguiente enlace para consultar lugar y horario de tutorías:
<http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado>

En escenario B, se atenderán las tutorías por videoconferencia (Googel Meet) o correo electrónico institucional. Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante. El profesor podrá proponer tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Todas las clases serían virtuales. Se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar,...) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas,...)
- Las plataformas descritas (Prado, Prado Examen, Google Meet, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional,...) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.
- Como medida adicional, se prestaría especial atención en facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

- La distribución de pruebas y tareas evaluables sería la misma que en escenario A.
- La entrega del resumen del artículo se realizará a través de la plataforma PRADO o por correo electrónico



institucional. La participación en clase, a través de la resolución de problemas previamente realizados por cada estudiante, se hará en las clases virtuales o presentándolos a través de la plataforma PRADO o por correo electrónico institucional. La entrega de prácticas, protocolos y metodología, así como el tratamiento de datos e informe final se realizarán a través de la plataforma Prado o correo electrónico institucional, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

- El examen se realizará a través de la plataforma Prado Examen.

Convocatoria Extraordinaria

- Un único examen de toda la asignatura (teoría, prácticas y problemas). El examen se realizará a través de la plataforma Prado Examen

Evaluación Única Final

- 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 (70%) y prácticos de la asignatura (30%). El examen se realizará a través de la plataforma Prado Examen

INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

En el momento de redactar la presente Guía Docente persisten gran cantidad de incógnitas acerca de procedimientos, instrucciones sanitarias, adaptación de aulas/laboratorios para los nuevos escenarios, herramientas tecnológicas, medios técnicos en las aulas, idoneidad de los sistemas de evaluación y otros muchos factores (ni siquiera se ha aprobado el Plan de Contingencia de la Universidad de Granada para el curso 2020/21). Todo ello deja a los profesores de esta asignatura en una situación de inseguridad en lo que respecta a la elección de los procedimientos de enseñanza y evaluación. A la vista de todo lo anterior, la presente Guía debe entenderse como lo mejor que puede conseguirse en estos momentos, dada la situación extraordinaria en la que nos encontramos, pero en ningún modo debe considerarse como la última palabra. Si las circunstancias obligan a estos profesores a cambiar o adaptar su docencia por encima de la presente Guía Docente, lo harán. Se hace un llamamiento a los estudiantes para que confíen en el mejor criterio de sus profesores a la hora de solventar los problemas que indudablemente se presentarán.

