GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (∞)

BIOLOGÍA MOLECULAR DE SISTEMAS

(Fecha última actualización: 20/05/2018)
(Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 11/05/2018)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Biotecnológico	Biología Molecular de Sistemas	4º	7º	6	Obligatoria

PROFESORES[1]	DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)
• Hilario Ramírez Rodrigo	Dpto. Bioquímica y Biología Molecular I. Facultad de Ciencias Despacho nº 4 Correo electrónico: y ***hilario@ugr.es***
	HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS[1]
	Lunes, martes y miércoles de 11:00 a 13:00 Facultad de Ciencias, Edificio de Biología, Planta 4ª, despacho nº4.

GRADO EN EL QUE SE IMPARTE	OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR
Grado en BIOQUÍMICA	Biología

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)
Tener cursadas las asignaturas de Matemática general y Estadística aplicada a la Bioquímica; Informática aplicada a la Bioquímica y Fundamentos de Genética
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)
- Características generales de los biosistemas. - Los biosistemas como sistemas disipativos. - Información y entropía. Procesamiento de la información en sistemas biológicos. - Dinámica de sistemas Lineales y no lineales. Dinámicas caóticas. Caos y orden en sistemas biológicos.

[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/!)

- Simulación y modelos predictivos de procesos biológicos y patrones estructurales.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Transversales/genéricas:
CT5.- Saber aplicar los principios del método científico.
CT6.- Saber reconocer y analizar un problema, identificando sus componentes esenciales, y planear una estrategia científica para resolverlo.
CT7.- Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad profesional.

Especificas:
CE1.- Entender las bases físicas y químicas de los procesos biológicos, así como las principales herramientas físicas, químicas y matemáticas utilizadas para investigarlos.
CE7.- Comprender la estructura, organización, expresión, regulación y evolución de los genes en los organismos vivos, así como las bases moleculares de la variación genética y epigenética entre individuos.
CE9.- Comprender los principales procesos fisiológicos de los organismos multicelulares, con especial énfasis en la especie humana, así como comprender las bases moleculares de dichos procesos fisiológicos.
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.
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.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- El principal objetivo de la asignatura es conseguir que el alumno sea capaz de emplear, de forma autónoma, las herramientas de análisis formal de sistemas biológicos a nivel molecular
- Se pretende que el alumno entienda los conceptos y las herramientas matemáticas necesarias para abordar el modelado de sistemas lineales y no lineales mediante sistemas de ecuaciones diferenciales que capturen las relaciones esenciales entre sus variables de estado y permitan efectuar predicciones acerca de la evolución de estos sistemas en el tiempo.
- Se pretende además que el conocimiento del alumno se centre en el "*know how*" más que en la acumulación de conceptos y datos descriptivos o "lineales", alejados de la experiencia científica y del acercamiento a la solución de un problema específico.
- Para conseguir este propósito el alumno deberá adquirir soltura suficiente con las herramientas matemáticas, conceptuales y bioinformáticas necesarias, cuyo dominio autónomo básico constituye, por tanto, otro objetivo esencial de la enseñanza.
- Para constatar el logro de estos objetivos, cada alumno deberá analizar y resolver una serie de actividades guiadas a lo largo del curso. La documentación de estas actividades y la consignación de los resultados obtenidos en un cuaderno de actividades será asimismo un objetivo fundamental del curso.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

Parte I. Características generales de los Sistemas Biológicos. Complejidad: el Biosistema como Sistema complejo adaptativo alejado del equilibrio. Procesamiento de la información en los sistemas biológicos.

1. Probabilidad, información y entropía en sistemas físicos y biológicos. *Modelo de Shannon-Weaver. Información y entropía. Codificación, procesamiento de la Información y computabilidad: modelo de Turin. La información como medida de Complejidad de un Sistema. Complejidad, Información y Biodiversidad en Sistemas Biológicos: índices de diversidad.*

2. Carácter disipativo de los sistemas biomoleculares alejados del equilibrio: modelo de Prigogine. Equilibrio. *Estados estacionarios. Oscilaciones y ciclos límite. Estabilidad y fluctuaciones. Estructuras Disipativas, Complejidad y Sistemas Complejos. Atractores extraños. Autoorganización, Emergencia y Cambios de Fase en sistemas alejados del equilibrio. Comportamiento caótico. Representación de los sistemas complejos adaptativos como redes complejas. Tipos de redes complejas según Barabasi. Redes autosimilares.*

3. Geometría natural y textura de los Sistemas Biológicos Complejos: Conceptos básicos de geometría fractal. *Autosimilaridad. Dimensión topológica y dimensión fractal. Curvas fractales matemáticas. Ley potencial y complejidad fractal en los fenómenos naturales. Simulación y codificación fractal de estructuras biológicas. Complejidad fractal de los sistemas bio-macromoleculares.*

Parte II. Métodos de análisis de sistemas y procesos biológicos. Simulación y modelos predictivos de procesos biológicos. Análisis Dinámico de Sistemas lineales y no lineales. Dinámicas caóticas. Caos y orden en sistemas biológicos. Redes Complejas en Sistemas Biológicos.

4. Análisis dinámico de sistemas biológicos I. Sistemas lineales– Sistemas lineales y no lineales. *Modelos analíticos de sistemas lineales continuos. Resolución analítica de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de coeficientes constantes. Métodos de integración numérica. Empleo de software especializado. Linearización. La condición de estado estacionario. Estabilidad y sensibilidad del modelo.*

5. Análisis dinámico de sistemas biológicos II. Sistemas no lineales – Análisis dinámico de sistemas no lineales. *Modelos canónicos: modelo de Lotka-Volterra. Modelos de aproximación potencial. Modelos de aproximación logarítmica. Análisis de estado estacionario. En sistemas no lineales. Análisis de estabilidad y sensibilidad paramétrica. Modelos discretos deterministas y estocásticos.*

6. Análisis dinámico de sistemas biológicos III. Estimación de parámetros.– *El problema de la estimación de parámetros. Estimación de parámetros en sistemas lineales: regresión lineal. Estimación de parámetros en sistemas no lineales. Regresión no lineal. Algoritmos genéticos. Herramientas de optimización y ajuste paramétrico en Matlab/Octave. Métodos de ingeniería inversa y análisis de series temporales.*

7. Determinismo y azar: Caos determinista. Atractores puntuales, ciclos límite y atractores caóticos. *La aplicación logística como modelo de caos determinista. Intermitencia y cuasiperiodicidad. Diagramas de bifurcación. Constante de Feigenbaum. Cuencas de atracción. Caos estructural en sistemas discretos. Autómatas celulares deterministas. Modelos de Percolación. . Análisis de estabilidad de sistemas caóticos: método de Liapunov.*

Parte III. Redes biológicas complejas.

8. Redes biológicas complejas. *Conceptos básicos de la teoría de grafos. Propiedades globales de las redes complejas. Distribución del grado. Coeficiente de agrupamiento. Centralidad.Modelos y Topologías de Redes Complejas. Subgrafos y motivos estructurales. Análisis de agrupamiento.*

9. Redes de Regulación Génica. Topología de las redes de transcripción . *Modelo elemental de regulación génica: dinámica y tiempo de respuesta. Autorregulación positiva y negativa. Motivos básicos de regulación génica. Modelos de control feed-forward loop (FFL): integración booleana, funciones escalón y demoras. Patrones de regulación temporal: motivos SIM y FFL múltiple.*

10. Redes de Transducción de señal y redes neuronales. *Circuitos de regulación en redes de transcripción de señal: motivos bifan y diamond. Cascadas de regulación enzimática. Topologías tipo Perceptrón: procesamiento de información, discriminación y aprendizaje. La red neuronal de C. elegans.*

11. Redes de interacción de proteínas. *Predicción de la interacción entre proteínas. Topología e implicaciones funcionales de las redes de interacción de proteínas. Implicaciones evolutivas e interactómica comparada.*

12. Redes metabólicas. *Estructura, conectividad y centralidad en las redes metabólicas. Modularidad y coeficiente de modularidad. Propiedades dinámicas y modelos de flujos. Redes filogenéticas. Codificación matricial y medida de distancia. Caracterización y ejemplos. Otras redes en sistemas biológico*

TEMARIO PRÁCTICO:

(Se elegirán 12 actividades de entre las siguientes):

1. *Sistemas estocásticos: simulación de movimiento browniano de una partícula. Distribuciones aleatorias y tipos de ruido. Scripting con Matlab/Octave y su empleo en Biología Molecular de Sistemas.*
2. *Probabilidad, información y entropía. Estudio de la Cantidad de Información y la Entropía de Shannon en un sistema biestado de probabilidad variable.*
3. *Microestados, macroestados y distribución de probabilidad en sistemas estocásticos. Simulación informática de sistemas de m dados con n caras.*
4. *Evolución al equilibrio, irreversibilidad y curso de la entropía en sistemas dinámicos aleatorios constituido por múltiples componentes.*
5. *Aproximación mecano-estadística a los sistemas enzimáticos "clásicos" mediante simulación informática de un modelo sencillo.*
6. *Emergencia y cambios de fase en Sistemas Complejos Adaptativos. Experimento "in silico" de redes autocatalíticas de Kauffman.*
7. *Naturaleza fractal de la estructura espacio-temporal de los sistemas biológicos. Algoritmos de generación de fractales y y caracterización de fractales matemáticos "clásicos". Estudio de ejemplos de codificación fractal de ramificación de primordios vegetales mediante los método de Barnsley y Lindenmeyer.*

Análisis de los conjuntos de Julia y Mandelbrot.

8. *Determinación experimental de la dimensión fractal de objetos naturales. Comprobación de la ley potencial de Zipf con datos demográficos reales. Desarrollo e implementación de un algoritmo de "box counting".*
9. *Resolución analítica y aproximada de un modelos metabólicos elementales mediante sistemas lineales de ecuaciones diferenciales ordinarias. Comparación de los resultados obtenidos mediante integración analítica, integración numérica y la función solve de Octave/Matlab*
10. *Análisis de estado estacionario y linearización de sistemas no lineales mediante la aproximación de Taylor.*
11. *Análisis y obtención del modelo de un sistema enzimático o de regulación génica no lineal. Efecto de la variación de parámetros y análisis informático de la estabilidad del modelo.*
12. *Elaboración del diagrama de bifurcaciones de la curva logística mediante desarrollo de un programa específico. Estudio de sistemas caóticos modelo. Estabilidad y caos determinista. Cálculo del coeficiente de Liapunov y de la*

constante de Feigenbaum.

13. *Simulación con autómatas celulares deterministas. Caracterización cualitativa y cuantitativa. Modelo de Conway.*

14. *Desarrollo de programa de simulación de un sistema predador-presa. Investigación de la sensibilidad a las condiciones iniciales.*

15. *Empleo de software específico para la caracterización espectral de series temporales. Reconstrucción de atractores y reconocimiento de determinismo.*

16. *Desarrollo de un modelo de percolación y estudio de su comportamiento dinámico para diferentes condiciones de partida.*

17. *Desarrollo de un modelo de avalanchas tipo sand-pile. Estudio de la dinámica del sistema e investigación de las condiciones de criticidad del modelo.*

18. *Desarrollo de modelos de circuitos de regulación génica con diferentes topologías FFL y comparación las respuestas obtenidas para diferentes estímulos.*

19. *Memorias asociativas. Desarrollo de un modelo de circuito de control con topología tipo perceptrón. Estudio de su capacidad para discriminar patrones de entrada.*

20. *Análisis detallado de un sistema en formato SBML obtenido de la Biosim database.*

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- "A First Course in Systems Biology" Eberhard O. Voit. GS Garland Science. New York (2012)
- "The Computational Beauty of Nature: Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation". Gary William Flake. MIT Press (2000).
- Analysis of biological networks". Björn H. Junker and Falk Schreiber. Wiley-Interscience (2008)
- "An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits". Uri Alon CRC Press (2006).
- "Ecuaciones diferenciales" Dennis Zill. Thomson Eds. (1997)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Textos
- "La entropía desvelada" Arieh Ben-Nahim. Tusquets Eds. S.A. Barcelona (2011).
- "¿Juega Dios a los dados". Ian Stewart. Ed. Crítica S.L. Barcelona (2001)
- "Caos" James Gleick. Seix Barral. Barcelona (1988)
- "Redes complejas" Ricard Solé. Tusquets Eds. Barcelona (2008)
- "Feedback Control in Systems Biology" Carlo Cosentino and Declan Bates. CRC Press. Boca Raton FL. (2012)
- "Fractals and Chaos Simplified for the Life Sciences". Larry S. Liebovitch. Oxford University Press. (1998)
- "The Art of Modeling Dynamic Systems: Forecasting for Chaos, Randomness and Determinism". Foster Morrison. Dover Publications (2008).
- "Power Laws, Scale-Free Networks and Genome Biology". E. V. Koonin, Y. I. Wolf and G. P. Karev. Springer Science + Business Media Inc. (2006)
- "Introduction to Systems Biology". S. Choi (Ed.). Springer (2007)
- "Power laws in biological networks". E. Almaas, A.-L. Barabasi. In "Power laws, scale-free networks and genome biology" edited by E. Koonin. Springer Verlag (2006)
- Artículos
- " A Model of Large-Scale Proteome Evolution". Ricard V. Solé, Romualdo Pastor-Satorras, Eric Smith and Thomas B. Kepler. Advances in Complex Systems 1, 1-12 (2006)
- "Characteristics of Biological Networks". Albert-Laszlo Barabasi, Zoltan N. Oltvai, and Stefan Wuchty. Characteristics of Biological Networks, Lect. Notes Phys. 650, 443–457 (2004)
- "Extreme Self-Organization in Networks Constructed from Gene Expression Data". Himanshu Agrawal. Phys. Rev. Lett. 89, 268702 (2002)

- "Functional cartography of complex metabolic networks" Roger Guimerá and Luís A. Nunes Amaral. Letter to Nature 1, 1-16 (2005)
- "Hierarchical Organization of Modularity in Metabolic Networks". E. Ravasz, A. L. Somera, D. A. Mongru, Z. N. Oltvai, A.-L. Barabási. Science 297, 1551-1555 (2002)
- "Network Biology: Understanding the Cell's Functional Organization". Albert-László Barabási and Zoltán N. Oltvai. Nature Review/Genetics 5, 101-113 (2004)
- "Evolution of Complex Modular Biological Networks". Arend Hintze, Christoph Adami. PLoS Comput Biol 4(2): e23 doi:10.1371/journal.pcbi.0040023 (2008)
- "Fractal properties of the human genome" Seymour Garte. Journal of Theoretical Biology 230, 251–260 (2004).
- "Genome evolution and adaptation in a long-term experiment with Escherichia coli". Jeffrey E. Barrick, Dong Su Yu, Sung Ho Yoon, Haeyoung Jeong, Tae Kwang Oh, Dominique Schneider, Richard E. Lenski1and Jihyun F. Kim. Nature doi:10.1038/nature08480 (2009)
- "The Structure and Function of Complex Networks". M. E. J. Newman. SIAM Review Vol. 45-2, 167–256 (2003)

ENLACES RECOMENDADOS

- http://www.ncbi.nlm.nih.gov/biosystems/ Biosystems NCBI
- http://complex.upf.es/~ricard/SYSTEMS_BIOL.html (Systems Biology. Complex Systems Lab Website)
- http://www.systems-biology.org (Systems Biology. A portal site for systems biolog)
- http://genomics.lbl.gov (Arkin Laboratory Homepage)
- http://www.gpse.org (Genome Proteome Search Engine)
- http://www.pathguide.org (Pathguide: 317 biological pathway resources)

http://www.ebi.ac.uk/biomodels-main/ Biomodels Database

METODOLOGÍA DOCENTE

Tomando como base su carácter eminentemente multidisciplinar, la enseñanza de esta materia, que ha experimentado un extraordinario impulso durante sus escasas décadas de su existencia, y que está esencialmente orientada hacia la investigación básica y aplicada, se articula en torno a los siguientes aspectos metodológicos básicos:

- A lo largo del curso se invitará al alumno a que resuelva una serie de actividades de índole práctica o experimental que consignará en un cuaderno personal de actividades (CPA) que deberá entregar al final de curso y que constituirá un elemento esencial para la evaluación de la asignatura. Si bien las actividades propuestas serán comunes a todos los alumnos, sus respuestas se individualizarán proporcionando a cada uno de ellos conjuntos diferentes de datos iniciales o de fragmentos de bases de datos.
- Toda la información y los materiales docentes seleccionados para su discusión y trabajo en las clases presenciales estarán orientadas a facilitar la resolución de las actividades propuestas y tendrán, por lo tanto, un carácter eminentemente práctico y resolutivo: el alumno será expuesto a una serie sucesiva de tareas y problemas de complejidad creciente que deberá ir resolviendo a lo largo del curso, dentro de los propios espacios presenciales, bajo la dirección atenta del profesor. De este modo los contenidos de clase serán percibidos por el alumno como piezas cercanas de información útil y necesaria para poder completar su cuaderno personal de actividades, más que como un conjunto de datos, argumentos y conceptos distantes que deben ser memorizados, Los cuatro últimos temas (temas 9 al 12) se consideran temas avanzados de aplicación de los conceptos aprendidos a diferentes contextos de la bioquímica y la biología molecular (regulación génica, transducción de señales, interacción de proteínas y procesos metabólicos). Tendrán carácter opcional y serán desarrollados preferentemente por los alumnos en seminarios o a actividades específicas "in silico" (modelado, simulación, estimación de parámetros o revisión bibliográfica) de carácter voluntario.
- Una proporción muy alta de los materiales y contenidos seleccionados para su discusión en clase se refieren a

simulación por ordenador y caracterización "*in silico*" de sistemas biomoleculares, desarrollo e implementación de algoritmos, utilización de software "on line" para la resolución de problemas específicos e investigación y consulta de los rescursos de la Web. Para que todos estos contenidos produzcan en el alumno la pretendida sensación de inmediatez y cercanía en cuanto a su utilidad o aplicabilidad, las clases presenciales se articularán, a ser posible en su totalidad, como talleres experimentales de trabajo delante de la consola del ordenador.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Semestre 7º	Temas del temario	Actividades presenciales	Actividades no presenciales	
		Clases de teoría y laboratorio de informática	Trabajo individual con ordenador (horas)	Estudio de temas teóricos y desarrollo del cuaderno de actividades (horas)
Semana 1	1	0	3,7*	1*
Semana 2	1	6.0	3,7*	2*
Semana 3	2	6.0	3,7*	2*
Semana 4	3	6.0	3,7*	3*
Semana 5	4	6.0	3,7*	3*
Semana 6	4	6.0	3.7*	3*
Semana 7	4 y 5	6.0	3.7*	3*
Semana 8	5	6.0	3,7*	3*
Semana 9	5 y 6	6.0	3,7*	3*
Semana 10	6 y 7	4.0	3,7*	3*
Semana 11	7 y 8	4.0	3,7*	3*
Semana 12	8 y 9	4.0	3.8*	3*
Semana 13	9 y 10	0	3,8*	3*
Semana 14-18		ENTREGA DE CUADERNO DE ACTIVIDADES	0	0
Total horas		**60**	**52/90***	**38/90***

(*) NOTA IMPORTANTE: teniendo en cuenta la orientación de la asignatura a la resolución de problemas mediante empleo de recursos informáticos, el alumno dispondrá de una franja horaria semanal de nueve horas en las que dispondrá, de forma opcional, del material informático (hardware y software) necesario para cumplimentar las actividades programadas en el curso, así como la asistencia tutorial del profesor de la asignatura. En esa franja horaria se ubicará además la programación de las actividades presenciales indicadas en el programa.

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

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

Evaluación Ordinaria:
La evaluación de la materia se realizará sobre la base de la calidad de los resultados individuales a las actividades propuestas a lo largo del curso y consignados en el mencionado "cuaderno personal de actividades". Para la realización de este cuaderno, la presencia activa del alumno en los talleres presenciales tendrá una importancia crucial, convirtiéndose así estos últimos en mecanismos auto-evaluativos del progreso alcanzado: las tareas que se resuelven en clase son análogas a las propuestas para la elaboración del cuaderno y por tanto indicativas del grado de maduración del alumno. Al final del curso el alumno habrá consultado bibliografía especializada, resuelto problemas numéricos, interpretado resultados experimentales, empleado programas de ordenador y recursos Web, elaborado estrategias de simulación y análisis, implementado algoritmos predictivos y redactado informes breves o revisiones bibliográficas sobre aspectos puntuales de la asignatura.
La elaboración, con todo ello, del correspondiente cuaderno de actividades y su preceptiva presentación, al final del curso, constituirá la base de la evaluación de la asignatura. El seguimiento y debate del trabajo del alumno con el profesor a lo largo del curso y la calidad y grado de consecución de las actividades presentadas junto con su participación en las tareas presenciales así como en el desarrollo, en su caso, de seminarios o actividades opcionales constituirá el 70% de la evaluación final. La preceptiva presentación del cuaderno de actividades y la evaluación objetiva de los resultados constituirá el 30% de la calificación final. La tabla siguiente recoge las competencias

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN (%)	COMPETENCIAS
Calidad y grado de consecución de las actividades presentadas en el cuaderno de actividades. Incluye seguimiento y entrevistas tenidas con el alumno a lo largo del curso.	70	CT5 CE1, CE7, CE9, CE11, CE12, CE24
Evaluación objetiva de resultados del cuaderno de actividades.	30	CT6, CT7, CE25

evaluadas por cada uno de estos instrumento de evaluación:

Convocatoria Extraordinaria:
La evaluación extraordinaria se llevará a cabo con los criterios análogas a la ordinaria y responderá al siguiente desglose porcentual de los instrumentos de evaluación:

Presentación y evaluación del Cuaderno Personal de Actividades: 30%.
Seguimiento y debate continuados a lo largo del curso: 70%

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"

Según la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013), se contempla la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada que les impida seguir el régimen de evaluación continua. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas tras la formalización de su matrícula, lo solicitará al Director del Departamento, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua. Transcurridos diez días sin que el estudiante haya recibido respuesta expresa y por escrito del Director del Departamento, se entenderá que ésta ha sido desestimada. En caso de denegación, el estudiante podrá interponer, en el plazo de un mes, recurso de alzada ante el Rector, quién podrá delegar en el Decano o Director del Centro, agotando la vía administrativa.

La evaluación única final se realizará en un solo acto académico el día de la convocatoria oficial de examen para la asignatura y el alumno podrá elegir entre dos opciones: una de las opciones consistirá en una prueba escrita, que se evaluará entre 0 y 10 e incluirá preguntas relativas al contenido de los temarios teórico y práctico. Como segunda opción, el alumno podrá presentar un cuaderno de actividades análogas a las trabajadas en clase (cuya relación se hará accesible a todos los alumnos inscritos en la asignatura al comienzo del curso). En este caso, el alumno debatirá con el profesor, en prueba oral, sobre el contenido de su trabajo. Esta prueba será evaluada como 70% de la calificación final. El 30% restante de la evaluación se hará en base al contenido y los informes del Cuaderno de Actividades presentado por el alumno.

INFORMACIÓN ADICIONAL

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional y siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!)