

26909 - Biología

Información del Plan Docente

Año académico: 2019/20

Asignatura: 26909 - Biología

Centro académico: 100 - Facultad de Ciencias

Titulación: 447 - Graduado en Física

Créditos: 6.0

Curso: 1

Periodo de impartición: Segundo semestre

Clase de asignatura: Optativa

Materia: ---

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura comenzará con una introducción sobre el origen, organización y clasificación de los seres vivos, centrándonos en los organismos unicelulares.

A continuación se dará un apartado de biomoléculas, dedicado a la estructura y función de proteínas, glúcidos, lípidos y ácidos nucleicos.

Posteriormente nos adentraremos en la estructura celular, diferenciando células eucariotas de procariontas, y comentando las principales funciones celulares, así como los orgánulos y estructuras implicados: membranas celulares, retículo endoplásmico, Golgi, núcleo y citoesqueleto.

Continuaremos con el metabolismo celular, dando unas nociones generales de bioenergética y rutas metabólicas y pasando luego a un estudio más detallado de las mitocondrias, los cloroplastos y los peroxisomas.

Seguiremos con un apartado dedicado a la transmisión de la información genética: DNA, RNA, proteínas, ciclo celular, etc.

El objetivo general de esta asignatura será que los alumnos adquieran conocimientos esenciales sobre el funcionamiento de los organismos vivos, a nivel celular.

Los objetivos concretos serán:

- O1. Conocer el origen, evolución y clasificación general de los seres vivos.
- O2. Conocer los tipos principales de biomoléculas que constituyen los seres vivos.
- O3. Conocer los tipos de células y sus características principales.
- O4. Conocer la estructura y organización celular.
- O5. Conocer cómo obtiene energía la célula y cómo la usa.
- O6. Conocer cómo se transmite la información genética y cómo se expresa.
- O7. Conocer la importancia de la Física en relación a los sistemas biológicos y a su aplicación en la investigación, generación y aplicación de nuevos conocimientos basados en la interdisciplinariedad de distintas áreas de conocimiento.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura se enmarca en el módulo BÁSICO del grado de Física y constituye junto con Geología el bloque de optatividad en dicho módulo.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda el trabajo continuado en los contenidos de la asignatura, consultando la bibliografía recomendada y resolviendo las posibles dudas con los profesores, durante el desarrollo de las clases, mediante el uso de las tutorías, mediante el ADD o mediante correo electrónico.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Desarrollar hábitos de trabajo en un laboratorio con material biológico

Dominar la terminología básica de la biología y expresar correctamente los conceptos y principios biológicos

Comprender los principios generales, estructurales y funcionales que comparten los seres vivos

Conocer la estructura y funciones de los orgánulos de una célula eucariota

Adquirir una visión integrada general del funcionamiento celular y relacionar la actividad de los distintos compartimentos celulares

Familiarizarse con algunas técnicas instrumentales básicas de la biología, en particular, interpretar resultados obtenidos mediante microscopía óptica

Comprender las bases biológicas sobre las que se fundamenta la aplicación y extensión de la biología a varios campos

Conocer algunas líneas actuales de desarrollo de la Biología en relación con la Física

Comprender las relaciones de los seres vivos con el entorno

Comprender los principios básicos que rigen la evolución de los seres vivos

2.2.Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

1: Observar y distinguir distintos tipos celulares: bacterias, células animales, células vegetales y protistas

2: Reconocer la estructura y conocer la función de los grandes grupos de macromoléculas biológicas

3: Distinguir las diferencias entre las distintas formas de organización celular

4: Saber diferenciar las distintas formas de transporte de agua y solutos entre compartimentos celulares

5: Aislar algún orgánulo celular

6: Medir la tasa de fotosíntesis y/o de respiración en cloroplastos y/o mitocondrias aisladas

7: Evaluar el crecimiento de un cultivo de células sometido a drogas que alteren el ciclo celular

8: Manejar herramientas informáticas sencillas de genómica estructural y funcional

9: Evaluar el posible impacto de los ciclos de los virus en sus hospedadores

2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje

La asignatura de Biología en el Grado en Física es importante para dar al futuro físico una visión general del funcionamiento de los seres vivos, principalmente a nivel celular, nivel en el cual se producen la mayoría de las reacciones químicas que definen la vida. Estas reacciones se basan en parámetros físicos complejos no exclusivos de los sistemas biológicos, pero especialmente interesantes en éstos. Debido a la tendencia hacia la multidisciplinariedad de la ciencia en la actualidad, interrelacionando conocimientos de distintas disciplinas, la asignatura de Biología contribuirá a ampliar y a aprovechar mejor los conocimientos adquiridos durante el Grado en Física e incrementará las posibilidades de aplicación de los mismos.

3.Evaluación

3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

La evaluación de la asignatura se realizará en base a seminarios impartidos por el alumno durante el curso, controles periódicos realizados a través del anillo digital docente o en clase, prácticas de laboratorio y un examen teórico final. El alumno puede optar a un único examen final teórico-práctico en caso de no poder ser evaluado adecuadamente de la forma anterior, en el que podrá obtener la máxima calificación de la asignatura (un 10). Las clases se imparten con presentaciones en Powerpoint, que están disponibles para el alumno a través del anillo digital docente, así como cualquier otra información necesaria relativa a la asignatura.

Seminarios

Los seminarios supondrán hasta un 6% de la nota máxima final de la asignatura (hasta 0,6 puntos de 10). Si algún alumno no puede realizar el seminario y quiere optar a la calificación máxima, deberá presentarse a la prueba teórico-práctica final única.

A lo largo del curso, los alumnos, individualmente, prepararán y presentarán en clase seminarios cortos sobre temas relacionados con la Biología, la Biotecnología o la Biomedicina, de libre elección. Se puntuará el contenido y la presentación del seminario. La duración de la presentación será de 10 minutos y luego podrá haber un debate para discutir los temas presentados entre el profesor y todos los alumnos presentes en clase.

Controles periódicos

Se realizarán tres controles periódicos para evaluar el progreso del alumno en la asignatura, bien a través del anillo digital docente o bien en clase, que incluirán la parte del temario que se haya impartido hasta ese momento. Estos controles supondrán hasta un 9% de la nota final de la asignatura, con una puntuación total de cada uno de hasta un 3% de la nota final. Se evaluará cada uno de ellos sobre un total de 10 puntos, de forma que cada uno supondrá hasta 0,3 puntos de la nota final de la asignatura. Si algún alumno no puede realizar los controles y quiere optar a la calificación máxima, deberá presentarse a la prueba teórico-práctica final única.

Prácticas

La realización de las prácticas y la elaboración del correspondiente cuaderno de prácticas, que deberá entregarse al profesor al menos dos semanas antes de la fecha del examen teórico, supondrán hasta el 10% (hasta 1 punto de 10) de la

nota final de la asignatura.

Se realizarán 5 prácticas de laboratorio, cuyo lugar y fecha de realización serán anunciados durante el curso con antelación suficiente (habitualmente en un laboratorio del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular durante los meses de abril y mayo). Los alumnos podrán seleccionar, a través del Anillo Digital Docente, el grupo en el que quieren realizar la práctica.

Si algún alumno no puede realizar las prácticas y quiere optar a la calificación máxima, deberá presentarse a la prueba teórico-práctica final única.

Durante la realización de las prácticas se elaborará un cuaderno de prácticas describiendo el objetivo de la práctica, la ejecución, los resultados obtenidos y las conclusiones. Este cuaderno podrá ser completado una vez terminadas las prácticas y deberá ser entregado al profesor al menos dos semanas antes de la realización del examen teórico final. Para la evaluación de las prácticas se tendrá en cuenta el desempeño del alumno durante las mismas así como el contenido del cuaderno de prácticas. Es necesario llevar bata de laboratorio a las prácticas y, en caso necesario, otro equipamiento de protección individual que será indicado con suficiente antelación. Los alumnos, al comenzar la primera práctica, recibirán información sobre temas de seguridad en el laboratorio y deberán firmar el correspondiente documento indicando que han recibido y entendido esa información.

Cualquier alumno que no pueda asistir a clases teóricas o prácticas, realizar controles o impartir un seminario, tiene derecho a un único examen final, teórico-práctico, con el que podría aprobar la asignatura con la calificación máxima (10). Si el alumno opta por esta posibilidad, deberá comunicarlo al profesor en el momento en que opte por esta opción durante el curso y, de cualquier forma, al menos dos semanas antes de la realización del examen teórico final.

La nota final de la asignatura se divide en los siguientes apartados:

- Examen teórico: hasta 7,5 puntos

El examen teórico constará de dos partes, una tipo test y otra con preguntas de respuesta corta. Es necesario aprobar ambas partes del examen teórico para superar la asignatura, es decir, obtener al menos un 5 sobre 10 en cada una de las partes (al menos 3,75 puntos en cada parte, sobre los 7,5 puntos totales del examen teórico). Las preguntas tipo test constan de cuatro posibles respuestas, cada pregunta se puntúa con 1 punto y cada pregunta mal contestada descuenta 0,25 puntos. Luego se prorratea el total sobre 3,75 puntos. Las preguntas de respuesta corta mal contestadas no cuentan negativo. Se puntúa cada una con un punto y luego se prorratea sobre 3,75 puntos. Al alumno se le facilitan durante el curso tanto preguntas tipo test (a través del anillo digital docente, con sus respectivas respuestas correctas) como preguntas de respuesta corta (en estas no se incluyen las respuestas).

- Prácticas: hasta 1 punto.

- Seminarios: hasta 0,6 puntos.

- Controles: hasta 0,9 puntos. Hasta 0,3 puntos cada uno.

En el caso de suspender alguna de las dos partes del examen teórico final (test o preguntas de respuesta corta), y que la calificación final sea igual o superior a 5, en el acta figurará un 4,9.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje que se ofrecen para conseguir los objetivos planteados y adquirir las competencias son clases de teoría, seminarios, prácticas de laboratorio, controles periódicos y tutorías.

4.2. Actividades de aprendizaje

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Las actividades de aprendizaje de esta asignatura son:

? Clases de teoría: 45 horas de teoría, fomentando la participación de los alumnos mediante preguntas continuas y discusiones en grupo y no solamente la presentación de información por parte del profesor.

? Seminarios: 5 horas de seminarios, en los que los estudiantes realizarán exposiciones individuales de temas de su elección dentro de los campos de la Biología, Biotecnología y Biomedicina, con posterior debate en la clase.

? Prácticas de laboratorio: 10 horas de clases prácticas. Se realizarán cinco prácticas sobre temas centrales de la asignatura.

? Controles periódicos. Se realizarán tres controles de conocimientos durante el curso, a través del ADD o en clase.

? Tutorías: profesor responsable de la asignatura disponible permanentemente por correo electrónico o a través del Anillo Digital Docente. Tutorías presenciales en el despacho del profesor en la Facultad de Ciencias de lunes a jueves de 16 a 17 horas con cita previa o en el BIFI en cualquier horario con cita previa.

4.3. Programa

CLASES TEÓRICAS

I. Introducción

Tema 1. Origen, organización y clasificación de los seres vivos (2 clases)

Características de los seres vivos. Flujo de información en las células. La Teoría Celular. Origen de las células. Evolución química y evolución celular. Los experimentos de Miller. El RNA catalítico. Las membranas celulares. La obtención de energía. Propiedades básicas y clasificación de los organismos vivos. Procariotas y eucariotas. Los virus.

II. Biomoléculas

Tema 2. Composición química de las células (1 clase)

Niveles estructurales en la célula. Bioelementos. Tipos de biomoléculas. Principales grupos funcionales en las biomoléculas. Estereoisomería. Importancia biológica del agua y de los enlaces débiles. Puentes de hidrógeno, interacciones electrostáticas, fuerzas de Van de Waals, interacciones hidrofóbicas. Equilibrio ácido-base. Ósmosis.

Tema 3. Proteínas (2 clases)

Los aminoácidos. El enlace peptídico. Propiedades ácido-base de los aminoácidos. El punto isoeléctrico. Propiedades ópticas de los aminoácidos. Ley de Beer-Lambert. El enlace disulfuro. Funciones de las proteínas. Niveles estructurales de las proteínas. El plegamiento de las proteínas. La relación estructura-función de las proteínas. Proteínas simples y conjugadas, fibrosas y globulares. Desnaturalización y plegamiento de proteínas.

Tema 4. Enzimas (1 clase)

Descubrimiento. Funcionamiento. Características: capacidad catalítica, especificidad y regulación. Clasificación y nomenclatura. Cofactores enzimáticos: metales y coenzimas. El sitio activo. Cinética enzimática; Km, Vmax y ecuación de Michaelis-Menten. Regulación, pH y temperatura. Inhibición reversible, competitiva y no competitiva, e irreversible.

Tema 5. Glúcidos (2 clases)

Composición química y funciones. Monosacáridos. Estereoisómeros. Aldosas y Cetosas. Ciclación. Derivados de monosacáridos. Azúcares reductores. Disacáridos y el enlace glucosídico. Polisacáridos: el glucógeno y el almidón. Homo y heteropolisacáridos, péptidoglucanos y glucoproteínas.

Tema 6. Lípidos (2 clases)

Composición química y funciones. Ácidos grasos saturados e insaturados. Triacilglicéridos. Esterificación y saponificación. El biodiesel. Lípidos de membrana: fosfolípidos, esfingolípidos y glicolípidos. Colesterol y esteroides. Otros lípidos: icosanoides, vitaminas liposolubles y transportadores de electrones.

Tema 7. Ácidos nucleicos (2 clases)

Nucleótidos: composición química, estructura y funciones. Espectros de absorción. Funciones como intercambiadores energéticos. Funciones como cofactores enzimáticos: el coenzima A. Funciones como transductores de señales: el AMP cíclico. Los ácidos nucleicos. Estructura y función del DNA. La doble hélice. La desnaturalización y la hibridación. Tipos de RNA y sus funciones.

III. Técnicas Básicas en Bioquímica, Biología Molecular y Celular

Tema 8. Técnicas básicas en Biología Molecular y Celular (2 clases)

Microscopía óptica. Resolución y ampliación. Fijación, tinción y montaje. Microscopía de fluorescencia y fluorocromos. Inmunofluorescencia. Microscopía electrónica de transmisión y de barrido. Cultivo celular. Homogeneización y fraccionamiento celular. Centrifugación. Sondas para el estudio de las células: radioisótopos, sondas fluorescentes. Cromatografía de afinidad. Preparación de anticuerpos. Inmunoprecipitación. Electroforesis. Western blot.

IV. Organización y dinámica celular

Tema 9. La célula procariota (2 clases)

Dominios de los seres vivos. Eubacterias y arqueobacterias. Características generales de los procariotas. Morfología y estructura de las células procariotas. Membrana plasmática y pared celular: bacterias gram-positivas y gram-negativas. El peptidoglicano y la penicilina. Transportadores de membrana. Pili y flagelos. División bacteriana y esporulación. El DNA bacteriano. Conjugación. Estructura y expresión génica. Los plásmidos. El fago lambda. Principales linajes de bacterias. Bacterias halófilas, termófilas y metanógenas. Las arqueobacterias. La bacteriorrodopsina. Replicación. Arqueobacterias y eubacterias. Metabolismo y modo de vida de las bacterias. Tipos de procariotas: autótrofos, heterótrofos; aerobios, anaerobios. El ciclo del nitrógeno y su fijación. Bacterias Annamox. Biolixiviación.

Tema 10. La célula eucariota (2 clases)

Diferencias entre procariotas y eucariotas. Evolución de los eucariotas. Eucariotas unicelulares y pluricelulares. Protozoos, célula animal y célula vegetal. Características generales de las células eucariotas. Organización general de las células eucariotas. Orgánulos celulares: el núcleo y los cromosomas, las mitocondrias y su origen, los cloroplastos y su origen, el retículo endoplásmico, el aparato de Golgi, el citosol. Membranas, endocitosis y exocitosis. Las células y organismos como modelos experimentales: bacterias, levaduras, *Arabidopsis thaliana*, *Drosophila melanogaster*, *Caenorhabditis elegans*, pez cebra, ratón. La cantidad de DNA y la complejidad.

Tema 11. Las membranas celulares (2 clases)

Funciones de las membranas celulares. Permeabilidad selectiva. Composición química. Estructura de las membranas: bicapa lipídica y modelo del mosaico fluido. Dinámica y asimetría de los lípidos de membrana. Proteínas de membrana y sus funciones. Aislamiento de proteínas de membrana. Dinámica y compartimentalización de las membranas.

Tema 12. El transporte a través de las membranas (2 clases)

Difusión simple y difusión facilitada. Transporte pasivo y activo. El gradiente electroquímico. Tipos de proteínas transportadoras de membrana. Canales iónicos y su regulación. Uniporte, simporte y antiporte. El simporte sodio-glucosa. La bomba de sodio-potasio. Ósmosis. F y V-ATPasas, la síntesis de ATP y el bombeo de protones. La fibrosis quística.

Tema 13. El Retículo endoplásmico (2 clases)

Orgánulos citoplásmicos. Importe de proteínas a distintos orgánulos, señales de localización. El retículo endoplásmico y sus funciones, liso y rugoso. Importación de proteínas al retículo endoplásmico. La ruta secretora. La respuesta a proteínas mal plegadas (UPR) y las chaperonas. Biosíntesis de fosfolípidos en el RE y redistribución entre las monocapas, escramblasas y flipasas.

Tema 14. El aparato de Golgi y el tráfico vesicular (2 clases)

Estructura, organización y biogénesis. El transporte vesicular. Endocitosis y exocitosis, fagocitosis y pinocitosis, transcitosis. Modificación y distribución de proteínas en el aparato de Golgi. Secreción constitutiva y regulada. La endocitosis mediada por receptor, el colesterol y la clatrina. Los lisosomas. La autofagia. La fusión de membranas y las

proteínas responsables.

Tema 15. El núcleo (2 clases)

Localización y funciones. El núcleo interfásico. Visión general de la expresión génica en eucariotas. La envuelta nuclear y la lámina nuclear. El complejo del poro nuclear y el tráfico de proteínas y RNA. La envuelta nuclear durante la división celular. Tipos de cromatina. Organización del DNA en el núcleo. El nucleolo. El empaquetamiento del DNA y los nucleosomas. La segregación cromosómica durante la mitosis. Fases de la mitosis. El cariotipo.

Tema 16. Citoesqueleto (2 clases)

Estructura, organización y funciones. Microtúbulos e inestabilidad dinámica. Los microtúbulos durante la mitosis. Las proteínas motoras. Cilios y flagelos. Microfilamentos y proteínas asociadas. La miosina y la contracción muscular. Filamentos intermedios, tipos, uniones intercelulares.

V. Metabolismo celular

Tema 17. Introducción al metabolismo y a la bioenergética celular (1 clase)

Universo y sistemas. Materia y energía. Termodinámica. Energía libre, entalpía y entropía. Bioenergética. Rutas metabólicas, anabolismo y catabolismo. Importancia del ATP como molécula de intercambio de energía. Transportadores biológicos de electrones. Papel de los transportadores de energía en las células.

Tema 18. Aspectos generales de las principales rutas metabólicas (3 clases)

Principales rutas catabólicas. Metabolismo de carbohidratos. La glucólisis como productora de energía y de moléculas para otras rutas. La gluconeogénesis. Las fermentaciones alcohólica y láctica. La descarboxilación oxidativa del piruvato. Metabolismo de lípidos. La absorción de lípidos de la dieta. La beta oxidación de ácidos grasos. La biosíntesis de ácidos grasos. El metabolismo de los aminoácidos, las transaminasas. El ciclo del nitrógeno. La fijación del nitrógeno en las bacterias simbiotas de las leguminosas. El ciclo del ácido cítrico. El ciclo del glioxilato.

Tema 19. Mitocondrias, cloroplastos y peroxisomas (4 clases)

Origen, estructura y función de las mitocondrias. Fusión y fisión mitocondrial. Síntesis de proteínas mitocondriales. Metabolismo oxidativo en la mitocondria: el ciclo del ácido cítrico, la cadena de transporte de electrones y la fosforilación oxidativa. La ATPasa mitocondrial. Origen, estructura y función de los cloroplastos. Tipos de plastos. La fotosíntesis, fase luminosa y fase oscura. El transporte de electrones en el cloroplasto. El flujo electrónico cíclico. La generación quimiosmótica de ATP en mitocondrias y cloroplastos. Biogénesis, estructura y función de los peroxisomas. La oxidación de ácidos grasos de cadena larga y la detoxificación. La adrenoleucodistrofia ligada al cromosoma X. Los glioxisomas. La fotorrespiración. La interacción metabólica entre los cloroplastos, las mitocondrias y los peroxisomas.

VI. Transmisión de la información genética

Tema 20. Introducción a la genética molecular (2 clases)

Variabilidad genética. Concepto de gen. Organización del material genético. Estructura de los cromosomas. Conceptos básicos de genética. Genotipo y fenotipo, locus y alelo, dominante y recesivo. Reproducción sexual y asexual. Mitosis y meiosis. Recombinación. Mutaciones, duplicaciones y translocaciones. Transferencia genética horizontal. Elementos genéticos móviles, los transposones y los virus. La homología genética y la evolución. Biotecnología, plantas y animales transgénicos, aplicaciones en alimentación y en salud. La clonación.

Tema 21. Del DNA a las proteínas (3 clases)

El dogma central de la biología molecular y los retrovirus. Replicación semiconservativa del DNA. Hebra conductora y rezagada, los fragmentos de Okazaki. Maquinaria proteica de replicación del DNA: helicasas, topoisomerasas, proteínas de unión a DNA, primasas, DNA polimerasas y DNA ligasas. Replicación del DNA en procariontes y en eucariotes. Mutaciones: tipos y causas. La transcripción del RNA en procariontes y en eucariotes. La síntesis de proteínas en procariontes y eucariotes. Los polisomas. El código genético. Modificaciones postraduccionales de proteínas. Regulación de la expresión génica. El operón lactosa. Expresión génica diferencial en tejidos de eucariotes superiores. Los microarrays y la electroforesis bidimensional. El splicing alternativo. La metilación y la impronta genómica.

Tema 22. El Ciclo celular y la muerte celular (1 clase)

División, supervivencia, diferenciación y muerte celular. El ciclo celular. Puntos de control (*check points*) del ciclo celular. Detección de daño en el DNA. Mitosis y meiosis. Apoptosis y necrosis.

VII. Ecología

Tema 23.- Ecología (1 clase)

Biología de poblaciones y de comunidades. Estructura y dinámica de los Ecosistemas. Interacciones con el ecosistema. Relaciones intra e interespecíficas. Biología Evolutiva. Biodiversidad.

Total, 45 clases (37,5 horas) (modificable). El total es modificable en el sentido de que, dependiendo de la participación de los alumnos durante las clases, algunas se pueden alargar y otras acortarse. Si sobran clases al final del curso, se utilizan para presentaciones generales por parte del profesor (células madre, envejecimiento, ...), para consulta de dudas o visionado de vídeos respecto a los contenidos de la asignatura, por ejemplo los disponibles en el CD que acompaña al libro Essential Cell Biology o simplemente para discusión en clase.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (5 sesiones de 2 horas)

Práctica 1

Introducción al manejo del microscopio óptico. Medida del tamaño de un objeto microscópico.

Práctica 2

Observación de tipos celulares. Procariontes.

Práctica 3

Observación de tipos celulares. Eucariotes pluricelulares.

Práctica 4

Observación de tipos celulares. Eucariotas unicelulares.

Tinción de cromosomas: observación de la mitosis.

Práctica 5

Aislamiento de cloroplastos y determinación de clorofila.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Las clases teóricas y los seminarios se impartirán en el aula y horario establecidos por el Decanato de la Facultad y publicados en su página web. Los seminarios se irán intercalando entre las clases teóricas a medida que avance la asignatura y se anunciarán en su momento.

Los exámenes globales se determinan también por el Decanato de la Facultad y se publican en la página web.

Las sesiones de prácticas, seminarios y controles se anunciarán durante el curso. Los cuadernos de prácticas se presentarán, de cualquier forma, al menos dos semanas antes de la realización del examen teórico.

La asignatura constará de 45 horas de clases teóricas, 5 horas de seminarios y 10 horas de clases prácticas en laboratorio.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados