

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

### PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura			
Código	401363	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Técnicas Experimentales Avanzadas		
Denominación (inglés)	Advanced Experimental Techniques		
Titulaciones	Máster Universitario en Biotecnología Avanzada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Semestre	1º	Carácter	Obligatorio
Módulo	Fundamental		
Materia	Técnicas Experimentales Avanzadas		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Francisco Centeno Velázquez	DBQ1	<a href="mailto:pacenten@unex.es">pacenten@unex.es</a>	
Matías Hidalgo Sánchez	DBC5	<a href="mailto:mhidalgo@unex.es">mhidalgo@unex.es</a>	
Ángel-Carlos Román García	DG1	<a href="mailto:acroman@unex.es">acroman@unex.es</a>	
Área de conocimiento	Bioquímica y Biología Molecular; Biología Celular; Genética		
Departamento	Bioquímica y Biología Molecular y Genética; Anatomía, Biología Celular y Zoología		
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)	Ángel-Carlos Román García		
Competencias			
<p>1. Básicas.</p> <p>CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación</p> <p>CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio</p> <p>CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios</p> <p>CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades</p> <p>CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.</p>			

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

<p>2. Competencias Generales.</p> <p>CG1 - Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, dirigir y desarrollar proyectos que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, la concepción, el desarrollo o la explotación de técnicas e instalaciones en el ámbito de la Biotecnología.</p> <p>CG2 - Capacidad para aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a sistemas biológicos y sanitarios, trasladando el aprendizaje teórico a un contexto práctico</p> <p>CG3 - Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional en el ámbito de la Biotecnología.</p> <p>CG4 - Conocimiento y aplicación de elementos básicos de organización, de gestión de recursos humanos y planificación en el ámbito de la empresa y otras instituciones.</p> <p>CG5 - Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos y conclusiones en el ámbito de la Biotecnología, a público especializado y no especializado, de un modo claro y preciso.</p> <p>CG6 - Adquisición en la actividad profesional de un punto de vista crítico, creativo, con escepticismo constructivo y orientado a la investigación.</p>
<p>3. Competencias Transversales</p> <p>CT1 - Destreza en el manejo de las herramientas informáticas básicas para emplear y aplicar tecnología de información y comunicación (TIC) en el ámbito formativo y profesional.</p> <p>CT2 - Capacidad para buscar, analizar y gestionar la información de libros de texto avanzados y acceder a conocimientos procedentes de la vanguardia del campo de estudio del título, incluyendo la capacidad de interpretación y evaluación.</p> <p>CT3 - Capacidad de auto-evaluación y aprendizaje para mantener actualizados los conocimientos, habilidades y actitudes mediante un proceso de formación continua desarrollado con un alto grado de autonomía.</p> <p>CT4 - Capacidad de análisis, síntesis e interpretación de datos e información relevante que permitan al alumno desarrollar ideas, resolver problemas y emitir un razonamiento crítico y autocrítico sobre temas científicos o éticos, comprendiendo el valor y los límites del método científico.</p> <p>CT5 - Capacidad de expresión y dominio suficiente del inglés especializado en el ámbito de la Biotecnología.</p> <p>CT6 - Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares adaptándose positivamente a diferentes contextos y situaciones.</p> <p>CT7 - Capacidad de resolver problemas complejos.</p> <p>CT8 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres, así como adquisición de un compromiso ético de respeto a la vida y al medio ambiente.</p>

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

CT9 - Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) y de tener iniciativa y espíritu emprendedor.

4. Competencias específicas.

CE4 - Capacidad para desarrollar competencias técnica y científica en el contexto de un laboratorio de investigación o de una empresa biotecnológica.

CE7 - Conocimiento de las técnicas avanzadas analíticas, experimentales e informáticas habituales en Bioquímica y Biología Molecular, Genética, Biología Celular y Tisular, Microbiología, Ecología, Edafología y Fisiología Animal y Vegetal.

CE10 - Conocimiento avanzado y capacidad de empleo de técnicas de ingeniería genética y análisis de proteínas.

CE11 - Conocer los principios y técnicas avanzadas de los cultivos y de la ingeniería celular.

**Contenidos<sup>6</sup>**

Breve descripción del contenido

Fluorescencia. Sondas fluorescentes, fluorímetros, anisotropía de fluorescencia, FRET, marcaje fluorescente de biomoléculas, producción de proteínas con fluorescencia en el visible e infrarrojo, determinación cuantitativa de biomoléculas mediante técnicas espectrofluorimétricas, TIRF, FRAP, medidas fluorescentes en cultivos celulares, medidas en tejidos y organismos.

Análisis de proteínas. Purificación de proteínas. Estudio de la interacción proteína-proteína mediante FRET. Secuenciación de proteínas. Síntesis de polipéptidos.

Microscopía. El microscopio óptico de campo claro: fundamentos, componentes ópticos y mecánicos. Otros tipos de microscopios ópticos (campo oscuro, contraste de fases, interferencia, polarización, fluorescencia, confocal y multifotón), elementos que los integran, manejo y aplicaciones de los mismos. Métodos de preparación de muestras para su observación con las diferentes técnicas de microscopía óptica. Microscopios electrónicos: bases de su funcionamiento y componentes. Métodos de preparación de muestras con destino a los diferentes tipos de microscopios electrónicos. Técnicas especializadas en marcaje celular aplicadas a la microscopía (cito-histoquímicas, inmunocito-histoquímicas, hibridación "in situ". Fundamentos del análisis de imagen y manejo de aplicaciones informáticas al efecto.

Citometría de flujo. Análisis celular multiparamétrico. Marcaje fluorescente. Análisis patológicos. Ciclo celular.

Técnicas de biología molecular. Interacción proteínas-DNA. Secuenciación masiva y análisis de genomas. Inmunoprecipitación de cromatina (ChIP).

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: Fluorescencia-1.

Contenidos del tema 1: Conceptos básicos. Sondas fluorescentes. Fluorímetros. Anisotropía de fluorescencia. FRET.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Las descritas en la tarea 1 de prácticas.

Denominación del tema 2: Fluorescencia-2.

Contenidos del tema 2: Marcaje fluorescente de biomoléculas. Producción de proteínas con fluorescencia en el visible e infrarrojo. Determinación cuantitativa de biomoléculas mediante técnicas espectrofluorimétricas.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Las descritas en las tareas 2 y 3 de prácticas.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

<p>Denominación del tema 3: Fluorescencia-3.          Contenidos del tema 3: Medidas fluorescentes en cultivos celulares. TIRF y FRAP. Medidas de fluorescencia en tejidos y organismos.          Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Las descritas en las tareas 2 y 3 de prácticas</p>
<p>Denominación del tema 4: Análisis de proteínas-1.          Contenidos del tema 4: Purificación de proteínas. Interacciones proteína-proteína. Aplicación de FRET a la determinación y cuantificación de la interacción proteína-proteína.          Descripción de las actividades prácticas del tema 4: Las descritas en las tareas 1 y 3 de prácticas.</p>
<p>Denominación del tema 5: Análisis de proteínas-2.          Contenidos del tema 5: Secuenciación de proteínas. Determinación experimental de las modificaciones post-traduccionales en proteínas. Síntesis de polipéptidos.          Descripción de las actividades prácticas del tema 5: Las descritas en la tarea 3 de prácticas</p>
<p>Denominación del tema 6: El microscopio óptico: fundamentos y tipos.          Contenidos del tema 6: Fundamentos teóricos de microscopía óptica. Tipos de microscopios.          Descripción de las actividades prácticas del tema 6:</p>
<p>Denominación del tema 7: El microscopio electrónico: fundamentos y tipos.          Contenidos del tema 7: Fundamentos teóricos de microscopía electrónica. Microscopio Electrónico de Trasmisión (TEM). Microscopio Electrónico de Barrido (SEM).          Descripción de las actividades prácticas del tema 7:</p>
<p>Denominación del tema 8: Procesamiento de muestras para microscopía óptica y electrónica.          Contenidos del tema 8: Métodos de preparación de muestras para su observación con las diferentes técnicas de microscopía óptica y electrónicas.          Descripción de las actividades prácticas del tema 8: <b>Preparación de las muestras para técnicas de inmuno-histoquímica e hibridación in situ.</b></p>
<p>Denominación del tema 9: Técnicas especializadas en marcaje celular aplicadas a la microscopía.          Contenidos del tema 9: Técnicas cito-histoquímicas. Técnicas inmuno-cito-histoquímicas. Técnicas de hibridación in situ.          Descripción de las actividades prácticas del tema 9: <b>Técnicas de inmuno-histoquímica e hibridación in situ.</b></p>
<p>Denominación del tema 10: Fundamentos del análisis de imagen y manejo de aplicaciones informáticas al efecto.          Contenidos del tema 10: Estudios bioinformáticos aplicados al diseño y análisis de la expresión de construcciones génicas.          Descripción de las actividades prácticas del tema 10:</p>
<p>Denominación del tema 11: PCR cuantitativo (qPCR) y PCR Digital (dPCR).          Contenidos del tema 11: qPCR: la 2ª generación de PCR. Cuantificación del número de copias. dPCR: la 3ª generación, cuantificando reacciones individuales. Interpretación de los resultados. Aplicaciones en Biomedicina.          Descripción de las actividades prácticas del tema 11: Se realizará un diseño experimental para el análisis de la expresión de determinados genes mediante RT-qPCR. Se incluye dentro de la tarea 5 de los contenidos prácticos.</p>
<p>Denominación del tema 12: Secuenciación masiva: Secuenciación de genomas.          Contenidos del tema 12: Secuenciación cuantitativa. DNA seq: analizando el número de copias de genes. RNA Seq: analizando el transcriptoma. Aplicación al estudio de la estructura del genoma y la regulación de la expresión génica.</p>

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

Descripción de las actividades prácticas del tema 12: Uso de metodología de secuenciación masiva para la presentación y resolución de casos clínicos de diagnóstico genético.
Denominación del tema 13: Técnicas epigenéticas I: análisis de la metilación del ADN y modificaciones de histonas. Contenidos del tema 13: Pirosecuenciación. MethyLight. Secuenciación por bisulfito. HpaII-PCR y MS-MLPA. Metilación específica-PCR. Inmunoprecipitación de cromatina. Descripción de las actividades prácticas del tema 13: Análisis de promotores de genes para la detección de islas CpG.
Denominación del tema 14: Técnicas epigenéticas II: ARN no codificantes. Contenidos del tema 14: Análisis de microRNAs. Descripción de las actividades prácticas del tema 14: Análisis <i>in silico</i> de genes dianas de microRNAs.
Denominación del tema 15: Aplicaciones de la citometría de flujo. Contenidos del tema 15: Estudio del ciclo celular: DNA/célula, masa/célula, cromosomas/célula. Viabilidad: sistema Live/Dead. Apoptosis: sistema Anexina V. Microbiología clínica: detección de bacterias, hongos y virus. Descripción de las actividades prácticas del tema 15: Análisis de poblaciones celulares mediante citometría de flujo. Se incluye dentro de la tarea 6 de los contenidos prácticos.
Programa de prácticas. Tarea 1. Estudio de la interacción proteína-ligando mediante fluorescencia intrínseca y mediante fluorescencia del ligando. Tarea 2. Determinación de la Kd, y de los centros de unión. Transferencia de energía y determinación de distancias entre ligando y dominios de proteínas. Tarea 3. Medidas de anisotropía de fluorescencia. Tarea 4. Hibridación in situ sobre secciones de criostato. Tarea 5. Análisis del patrón de expresión de genes mediante retrotranscripción y PCR cuantitativa Tarea 6. Análisis de una población celular mediante citometría de flujo

Actividades formativas								
Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	6	2						4
2	6	2						4
3	12	2		3				7
4	14	2		2		3		7
5	6	1				2		3
6	8	2				1		5
7	8	2				1		5
8	10	2		2		1		5
9	10	2		2		1		5
10	8	1		1		1		5

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

11	9	1		2		1		5
12	10	2		2		1		5
13	8	2				1		5
14	9	2		1		1		5
15	8	2				1		5
<b>Evaluación</b>	18	3						15
<b>TOTAL</b>	150	30		15		15		90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

#### Metodologías docentes

**Clases expositivas de teoría y problemas.** Método expositivo que consiste en la presentación por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. También incluye la resolución de problemas ejemplo por parte del profesor.

**Resolución, análisis y discusión de problemas prácticos propuestos.** Método basado en el planteamiento de problemas por parte del profesor y la resolución de los mismos en el aula. Los estudiantes desarrollan e interpretan soluciones adecuadas a partir de la aplicación de procedimientos de resolución de problemas.

**Aprendizaje a partir de la experimentación.** Método de enseñanza-aprendizaje basado en el método científico en el que el estudiante plantea hipótesis, experimenta, recopila datos, busca información, aplica modelos, contrasta las hipótesis y extrae conclusiones.

**Evaluación.** Situación de aprendizaje/evaluación en la que el alumno realiza alguna prueba que sirve para reforzar su aprendizaje y como herramienta de evaluación.

#### Resultados de aprendizaje

Conocer los principios de la fluorescencia. Entender sus aplicaciones al estudio de biomoléculas y de organismos completos.

Conocer y ser capaces de aplicar estrategias de purificación de proteínas.

Entender y aplicar las técnicas epigenéticas y moleculares tanto para el análisis genético como para la expresión génica en genomas eucarióticos.

#### Sistemas de evaluación

Según el artículo 4.1 de la normativa de evaluación (Resolución de 26 de octubre de 2020, del Rector, por la que se ejecuta el acuerdo adoptado por el Consejo de Gobierno por el que se aprueba la Normativa de Evaluación de las Titulaciones oficiales de Grado y Máster de la Universidad de Extremadura, DOE 3 de noviembre de 2020), todos los planes docentes incluirán las siguientes modalidades de evaluación:

- Modalidad de evaluación continua.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

- Modalidad de evaluación global.

A tal efecto, se indican las características de los dos tipos de evaluación.

### EVALUACIÓN CONTINUA

**Examen:** La calificación obtenida en el examen único tendrá un peso en la calificación global del 80%. En este ejercicio se evaluará tanto el contenido de las clases teóricas como el de las prácticas de laboratorio. Estos exámenes se ajustarán, a consideración del profesorado de la asignatura, a cualquiera de las siguientes modalidades: preguntas de desarrollo corto o largo, análisis y descripción de imágenes o esquemas y preguntas tipo test con opciones múltiples. En la calificación se tendrá en cuenta la información aportada, así como el orden y la claridad en la redacción, en su caso.

El peso del examen escrito teórico en la calificación global será del 60% (hasta 6 puntos de un máximo de 10).

El peso del examen escrito práctico en la calificación global será del 20% (hasta 2 puntos de un máximo de 10).

**Presentación de seminarios en aula.** Esta actividad será obligatoria para todos los alumnos matriculados que sigan la evaluación continua. Cada alumno deberá realizar un seminario, elegido de la lista de seminarios que el profesor responsable de la asignatura hará pública en el aula específica del campus virtual al inicio del curso durante las primeras semanas. Tras la solicitud por parte de cada alumno, la asignación de los seminarios será por estricto orden de llegada de la solicitud al correo electrónico del coordinador de la asignatura. Los seminarios podrán ser desarrollados individualmente o en grupos de 2 alumnos en función de las consideraciones de los profesores de la asignatura y del número de alumnos matriculados. Ningún alumno podrá participar en la elaboración de más de un seminario. La presentación de los seminarios será en el aula en las horas de clase asignadas para el desarrollo de esta asignatura.

La presentación será evaluada por el profesor en el instante de la presentación, no existiendo la posibilidad de una evaluación posterior en el examen de la evaluación global (convocatoria según el calendario establecido por la Facultad de Ciencias). La presentación de seminarios en el aula tendrá un peso de hasta el 20% en la calificación global (hasta 2 puntos de un máximo de 10).

La actividad del seminario en el aula no es recuperable en el examen único.

**Superación de la asignatura:** Para obtener la calificación global de la asignatura será requisito indispensable obtener una calificación igual o superior a 3 puntos en las evaluaciones de la parte teórica, sobre un máximo de 6 puntos, y una calificación igual o superior a 1 punto en las evaluaciones de la parte de práctica, sobre un máximo de 2 puntos. Si no se supera una de las dos calificaciones mínimas requeridas, la nota final será la calificación más baja de las dos, estando la asignatura suspensa. En coherencia con esta premisa, la puntuación de la presentación del seminario en el aula sólo se

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		 <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <small>(UEX)</small>
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

sumará a la calificación final de la asignatura cuando se superen ambas calificaciones (3 puntos en la parte de teoría y 1 punto en la parte de práctica).

**Calificación final:** La calificación final será la suma de la nota de la parte de teoría, de práctica y del seminario presentado en clase. Se considera que las competencias han sido adquiridas si se alcanza la calificación de 5 puntos, sobre un máximo de 10 puntos. Muy importante: Aquellos alumnos que por cualquier motivo justificado no hayan presentado un seminario, la calificación máxima que podrían obtener en la evaluación global, en sus casos, sería de 8 puntos: la calificación máxima de la parte de teoría, 6 puntos, más la calificación máxima de la parte de práctica, 2 puntos.

Se aplicará el sistema de calificaciones vigente; RD 1125/2003, artículo 5º. Los resultados obtenidos por el estudiante se calificarán según una escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa: 0 - 4,9: Suspenso (SS), 5,0 - 6,9: Aprobado (AP), 7,0 - 8,9: Notable (NT), 9,0 - 10: Sobresaliente (SB). La mención de Matrícula de Honor podrá ser otorgada a alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9.0. Su número no podrá exceder del 5% de los alumnos matriculados en una asignatura en el correspondiente curso académico, salvo que el número de alumnos matriculados sea inferior a 20, en cuyo caso se podrá conceder una sola Matrícula de Honor.

### EVALUACIÓN GLOBAL

La evaluación global es un sistema de evaluación constituido exclusivamente por una prueba final que engloba todos los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura, y que se realizará en la fecha oficial de cada convocatoria.

La calificación obtenida en el examen único tendrá un peso en la calificación global del 100%. En este ejercicio se evaluará tanto el contenido de las clases teóricas como el de las prácticas de laboratorio. La estructura de esta prueba será el mismo que para los exámenes de evaluación continua descritos anteriormente. En la calificación se tendrá en cuenta la información aportada, así como el orden y la claridad en la redacción, en su caso.

El peso del examen escrito teórico en la calificación global será del 75% (hasta 7,5 puntos de un máximo de 10).

El peso del examen escrito práctico en la calificación global será del 25% (hasta 2,5 puntos de un máximo de 10).

**Importante:** Para poder optar a esta segunda modalidad de evaluación, con una única prueba final de carácter global, los estudiantes deberán solicitarlo mediante correo electrónico, dirigido al coordinador de la asignatura, en el periodo que establece la normativa de evaluación.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

### Bibliografía (básica y complementaria)

LAKOWICZ J.R. "Principles of Fluorescence Spectroscopy". Editorial Springer, 3ª ed., 2006.  
 LIFE TECHNOLOGY web page <http://www.lifetechnologies.com/es/en/home.html>  
 HAUGLAND R.P. "The Molecular Probes Handbook-A Guide to Molecular Probes and Labeling Technologies". Editorial Invitrogen/Life Technologies, 11ª ed., 2010.  
 SHAPIRO H.M. 1995. Practical Flow Cytometry. Wiley-Liss.  
 Esteller M. Epigenetics in cancer. N Engl J Med. 2008;358:1148-59  
 Laird PW. Principles and challenges of genome wide dna methylation analysis. Nat Rev Genet. 2010;11:191-203.  
 Artículos en revistas científicas indexadas en los campos "Biochemistry and Molecular Biology", "Biophysics", "Biotechnology", "Cell Biology" y "Genetics" del Journal Citation Reports, o en Nature o Science.  
 Adicionalmente se proporcionará bibliografía específica y direcciones web de cada uno de los temas en el espacio virtual de la asignatura

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

Aulas de informática de la Facultad de Ciencias. Información de libre acceso por Internet disponible en páginas web y bases de datos científicos.