

The background image shows a large, modern university building with a glass facade and a flat roof. In the foreground, there is a green lawn with a series of white rectangular stepping stones. To the right, a red metal staircase leads up to the building. The sky is blue with some clouds, and mountains are visible in the distance. The overall scene is bright and sunny.

# GRADO EN BIOTECNOLOGÍA

## GUÍA PARA EL ESTUDIANTADO DE 2º CURSO

### CURSO ACADÉMICO 2025-26

## Tabla de Contenidos

<b>1.- Información del Grado en Biotecnología .....</b>	<b>3</b>
Presentación .....	3
Competencias de la titulación .....	3
Estructura de los estudios de grado .....	4
Las asignaturas del Segundo curso en el contexto del grado.....	5
Tipos de actividades a realizar.....	6
Tutorías académicas .....	7
Trabajo Fin de Grado (TFG).....	7
Prácticas académicas externas .....	7
Programas de Movilidad.....	8
Otra información de interés.....	8
<b>2.- Información específica para el grupo .....</b>	<b>9</b>
Asignación de estudiantes a grupos docentes .....	9
Calendario, horario y exámenes.....	9
Profesorado .....	9
Coordinación.....	9
<b>3.- Información sobre las asignaturas de Segundo curso.....</b>	<b>10</b>

---

# 1.- Información del Grado en Biotecnología

---

## Presentación

---

La Biotecnología se puede entender como un conjunto de tecnologías limpias y sostenibles que emplean procesos celulares y/o biomoleculares o sistemas biológicos para resolver problemas u obtener productos de valor añadido a escala industrial. El Grado en Biotecnología es un Grado que nace de la necesidad de formar profesionales en esta disciplina, que ha experimentado un desarrollo espectacular en los últimos años y se prevé que se mantenga en un futuro. En consecuencia, la formación de la graduada en Biotecnología resulta, fundamentalmente, de la integración de las Biociencias Moleculares con las Ciencias de la Ingeniería.

Las actividades profesionales de la Graduada o el Graduado en Biotecnología incluyen de manera preferente el diseño y análisis de bioprocesos destinados a la obtención de productos, bienes y servicios que demanda la Sociedad, así como la gestión y control de procesos biotecnológicos en plantas de producción a escala industrial. El marco laboral de estas actividades incluye de modo muy preferente a las bioindustrias, aunque también se extiende a otras industrias usuarias de aplicaciones biotecnológicas en distintos sectores productivos, como el biomédico, farmacéutico, veterinario, agroalimentario, químico en sus distintos campos (energético, petroquímico, plásticos, cosméticos, etc.), así como en los relacionados con el medio ambiente y la minería. Otros ámbitos de realización profesional incluyen a centros de investigación y desarrollo en Biotecnología públicos o privados, empresas de consultoría especializadas, y agencias públicas o privadas de desarrollo e innovación en el sector biotecnológico o de campos afines. En resumen, se trata de adquirir los conocimientos adecuados para el escalado e industrialización de los procesos biológicos y bioquímicos que puedan ser de interés, lo que implica directamente nuestra calidad de vida en aspectos como la salud, alimentación y el mantenimiento y mejora del medio natural.

## Competencias de la titulación

---

### Competencias Específicas

Entre las principales competencias específicas que se adquieren en el grado de Biotecnología destacan:

- Conocer las bases científicas necesarias para comprender el funcionamiento de las moléculas biológicas, sus propiedades y sus interacciones, así como de la ingeniería bioquímica y procesos industriales.
- Tener una visión integrada del metabolismo, de los sistemas de adaptación a los cambios fisiológicos y ambientales.
- Controlar los balances de materia y energía en los procesos bioindustriales, así como el equipamiento de producción biotecnológica.
- Trabajar de forma adecuada en un laboratorio, incluyendo seguridad química, biológica y radiológica, manipulación, eliminación de residuos químicos y registro anotado de actividades.
- Manejar adecuadamente conocimientos básicos de técnicas instrumentales para obtener información, diseñar experimentos e interpretar resultados aplicados a la Biotecnología.
- Analizar e interpretar adecuadamente datos y resultados experimentales propios del área utilizando adecuadamente las herramientas cuantitativas básicas.
- Conocer los procedimientos habituales utilizados por los científicos para generar, transmitir y divulgar la información científica, sabiendo evaluarla y expresándose en términos científicamente precisos utilizando la terminología específica del área.

### Competencias Transversales

El estudiantado deberá completar su formación a través del desarrollo de una serie de competencias transversales, que incluyen la adquisición de habilidades, destrezas y actitudes que capacitan al estudiantado para el buen desempeño de sus funciones profesionales en diversos contextos. Las competencias transversales que se trabajan en la Facultad de Ciencia y Tecnología son las siguientes:

- CT1 Compromiso ético.
- CT2 Capacidad de aprendizaje.
- CT3 Trabajo en equipo.
- CT4 Capacidad creativa y emprendedora.
- CT5 Capacidad comunicativa.
- CT6 Autonomía y responsabilidad.



Para obtener información detallada de las competencias transversales en Biotecnología puede consultarse: <https://www.ehu.es/es/web/graduak/grado-biotecnologia/competencias-adquiridas>

## Estructura de los estudios de grado

El Grado de Biotecnología se organiza en cuatro cursos académicos, cada uno de ellos de 60 créditos ECTS (European Credit Transfer System; Tabla 1). Las asignaturas se estructuran en 7 módulos docentes (Bases Científicas Generales, Fundamentos Básicos en Biotecnología, Bioquímica y Biología Molecular, Métodos Instrumentales Cuantitativos, Marco Social, Económico y Profesional, Bioingeniería y Procesos Biotecnológicos, Asignaturas Optativas), además del Proyecto Fin de Grado. Estos Módulos se han diseñado en función de la naturaleza de las competencias a adquirir y cada uno de ellos está integrado por una serie de asignaturas relacionadas.

### Créditos ECTS (European Credit Transfer System)

Los créditos ECTS son el estándar adoptado por todas las universidades del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) para garantizar la convergencia de los diferentes sistemas europeos de educación. Estos créditos se basan en el trabajo personal realizado por el estudiantado para adquirir los conocimientos, capacidades y destrezas correspondientes a una materia. Un crédito ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante dedicadas en todas las actividades de su proceso de aprendizaje, de las que 10 serán presenciales. Por tanto, se tienen que computar las horas dedicadas a las clases teóricas y prácticas, las de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, prácticas o proyectos, y las exigidas para la preparación y realización de exámenes y pruebas de evaluación.

**Tabla 1.** Estructura del Plan de Estudios de Biotecnología desglosado por ECTS

Tipo	Curso				Total ECTS
	1º	2º	3º	4º	
Créditos de materias básicas de rama	42				42
Créditos de materias básicas de otras ramas	18				18
Créditos obligatorios		60	60	12	132
Proyecto Fin de Grado				12	12
Créditos optativos (máximo 6 ECTS por prácticas en empresa voluntarias)				36	36
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>240</b>

La estructura del Grado en Biotecnología que aquí se presenta se ha hecho siguiendo las recomendaciones del Libro Blanco de Bioquímica y Biotecnología (ANECA, 2005) y compatibilizándolas con las directrices emanadas de la propia UPV/EHU.

Así, los Grados de Biotecnología y de Bioquímica y Biología Molecular comparten una troncalidad común de 108 ECTS en los tres primeros Cursos, además de desde 13.5 hasta 36 ECTS en Asignaturas Optativas en cuarto Curso, dependiendo de las opciones elegidas por el estudiante. Por otro lado, el estudiantado del Grado de Biotecnología comparte 36 ECTS (6 asignaturas de 6 ECTS) con los de Ingeniería Química. Como resultado final, los Grados de Biotecnología y de Bioquímica y Biología Molecular se diferencian en 96 de los 240 ECTS, sin considerar los ECTS optativos que pueden disminuir este porcentaje. De esta forma, se abre la posibilidad de que los graduados en Biotecnología puedan obtener el grado en Bioquímica y Biología Molecular, y viceversa, en un plazo de tiempo razonable.

La formación del estudiantado de Biotecnología se completa con un último bloque de asignaturas optativas de 36 ECTS a cursar en el último año de estudio. Se ofertan 13 asignaturas, de 4.5 ECTS cada una, de las cuales el estudiantado elige 8 asignaturas.

Por último, el estudiantado deberá realizar el Proyecto o Trabajo de Fin de Grado (de 12 ECTS) en la propia Facultad de Ciencia y Tecnología, en otros Centros que participen en la docencia del Grado, o en otras entidades (empresas, centros tecnológicos, centros de salud, etc.) bajo la tutela de un/a profesor/a que imparta docencia en el Grado. También se contempla que el estudiantado pueda realizar prácticas en Centros que desarrollen actividades de interés en Biotecnología y que podrán convalidarse por hasta un máximo de 6 ECTS optativos.

Como asignaturas optativas del grado de Biotecnología también se incluyen dos asignaturas previstas en el Plan Director de Euskara (cada una de 6 ECTS), de aplicación para todos los grados de esta universidad. Asimismo, en el último curso, el estudiantado podrá obtener reconocimientos por su participación en actividades relacionadas con

la perspectiva de género y con aquéllas que favorezcan el cumplimiento de los objetivos recogidos en el plan estratégico de la UPV/EHU en el ámbito de la Responsabilidad Social y las actividades que fomenten la actitud emprendedora, la participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación, hasta un máximo de 6 ECTS.

## Las asignaturas del Segundo curso en el contexto del grado

El Segundo Curso del Grado de Biotecnología (60 ECTS) contiene 10 asignaturas cuatrimestrales (de 6 ECTS cada una). Estos 60 ECTS están distribuidos equitativamente entre ambos cuatrimestres.

Contiene 6 ECTS básicos de carácter científico general (Termodinámica y Cinética Química), así como 54 ECTS de materias obligatorias de carácter biológico y bioquímico. De las 10 asignaturas, 3 son comunes a todos los Grados de Biociencias (Genética, Microbiología, y Termodinámica y Cinética Química), 3 comunes con el Grado de Bioquímica y Biología molecular (Biosíntesis de Macromoléculas, Inmunología y Técnicas Instrumentales), 2 convalidables con el Grado de Bioquímica y Biología Molecular (Cultivos Celulares y Tisulares, y Biología Molecular e Ingeniería Genética), 1 común con el grado de Ingeniería Química (Mecánica de Fluidos) y 1 específica del Grado de Biotecnología (Microorganismos y Producción Industrial) (Tabla 2).

**Tabla 2. Asignaturas del Segundo Curso del Grado de Biotecnología**

Primer Cuatrimestre	ECTS	Segundo cuatrimestre	ECTS
Biosíntesis de Macromoléculas y su Regulación	6	Biología Molecular e Ingeniería Genética	6
Genética	6	Cultivos Celulares y Tisulares	6
Mecánica de Fluidos	6	Inmunología	6
Microbiología	6	Microorganismos y Producción Industrial	6
Termodinámica y Cinética Química	6	Técnicas Instrumentales	6
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

Con las anteriores Asignaturas se intenta que el estudiantado adquiriera, entre otras, las siguientes competencias:

- Predecir la espontaneidad de una reacción en base a los cambios entrópicos y entálpicos y de la energía libre, en condiciones estándar y no estándar.
- Aplicar correctamente el concepto de equilibrio químico, valorar los factores que lo afectan y calcular las constantes de equilibrio.
- Realizar cultivos de microorganismos en medios sólido y líquido y determinar su sensibilidad a antibióticos.
- Aplicar las principales técnicas de preparación, tinción y observación de muestras biológicas.
- Identificar y describir los distintos órganos y tejidos animales y vegetales en preparaciones in situ y en preparaciones histológicas por técnicas microscópicas e interpretar los resultados.
- Analizar el tipo de herencia de un determinado genotipo-fenotipo.
- Realizar un cariotipo de células microbianas, animales y/o vegetales e interpretar los resultados de diferentes tipos de análisis cromosómicos.
- Utilizar el conocimiento genotípico para su aplicación en la mejora genética, en las variaciones de las poblaciones y en la evaluación de las especies.
- Manejar los instrumentos de uso rutinario en el Laboratorio de Microbiología (métodos de esterilización, desinfección y antisepsia, filtración, etc.) y comprender sus limitaciones.
- Reconocer las familias, géneros y especies más importantes en Biotecnología.
- Conocer las bases celulares y moleculares de los procesos de inmunidad natural e inmunidad específica o adaptativa.
- Comprender y relacionar las características estructurales y funcionales de las Biomoléculas y las bases de las interacciones entre distintas Macromoléculas.
- Adquirir una visión integrada de las principales vías del metabolismo y de su regulación.
- Describir los mecanismos moleculares responsables de la transmisión de la información genética, de su regulación y variación en procariotas y eucariotas.
- Describir a nivel molecular el modo en que los seres vivos extraen, transforman y utilizan la energía de su entorno.
- Utilizar adecuadamente las herramientas metodológicas para el clonaje, expresión y mutación de ácidos nucleicos, así como para la purificación y caracterización de proteínas de organismos silvestres y recombinantes.
- Comprender las bases moleculares de la transformación y expresión génica en células procariotas y eucariotas y las estrategias experimentales para la obtención de organismos transgénicos.

- Conocer los diferentes tipos de separación por filtración, centrifugación, cromatografía, electroforesis y sus aplicaciones en Biotecnología.
- Manipular correctamente microorganismos para su aislamiento, cultivo y su transformación en SuperproductoresEquipo. Aplicar la capacidad de manipulación de microorganismos en la producción de productos biotecnológicos.

## Tipos de actividades a realizar

---

En el desarrollo de la docencia en el Grado de Biotecnología se podrán realizar las siguientes actividades:

1. **Clases magistrales, clases teóricas (M):** Con cualquiera de estos términos nos referimos a la modalidad que se utiliza habitualmente para transmitir conocimientos teóricos a grupos numerosos de estudiantes. En ellas el profesorado presenta una visión panorámica de la materia, resalta sus líneas maestras, encuadra las partes de que se compone los temas en el conjunto de la asignatura, relaciona los diferentes temas, y se centra en los aspectos principales de éstos. La docencia basada en esta modalidad es la más usada, aunque no la única para impartir la docencia de los aspectos teóricos de una materia.
2. **Seminarios (S):** Constituyen un tipo de docencia que facilita la interacción fluida entre un profesor/a y un reducido grupo de estudiantes. Se emplean de forma habitual para presentar trabajos, analizar casos, resolver supuestos, resolver problemas y exponer un tema teórico sencillo. La mayor diferencia con las Prácticas de Aula, que se mencionan a continuación, reside en la ausencia de protagonismo por parte del profesorado, que escuchará, atenderá, orientará, aclarará, valorará y mostrará cómo se hacen las cosas, además de desarrollar un papel evaluador. Es un tipo de docencia esencial para facilitar la formación continua del estudiantado y seguir el rendimiento de su autoaprendizaje. Algunas de las habilidades máspreciadas que debe desarrollar el estudiantado de grado (tales como saber presentar y exponer un trabajo, saber resumir, saber trabajar en grupo, ...) se consiguen a través de los Seminarios.
3. **Prácticas de Aula (PA):** Constituyen un tipo de docencia en las que el profesor/a hace una exposición o resolución práctica, con fines ilustrativos, ante el estudiantado. Aunque interacciona con ellos, no es el estudiantado el que lleva el peso de la clase, sino el profesor/a. Es un tipo de docencia que complementa los aspectos prácticos de la teoría expuesta en las clases magistrales y es idónea para coordinar varios grupos de Seminario, repartir entre ellos las diferentes tareas semanales y transmitirles pautas comunes sobre la forma de hacer los trabajos.
4. **Prácticas de Laboratorio (PL):** Son un tipo de docencia en la que un grupo reducido de estudiantes, realiza ensayos, experimenta, practica mediciones, etc., usando infraestructura (los laboratorios), equipos de trabajo y consumibles de la universidad, todo ello supervisado por el profesorado. Las Prácticas de Laboratorio se programan y ejecutan siguiendo guiones y protocolos adecuados que se suministran con antelación. El estudiantado debe elaborar e interpretar los resultados obtenidos y recogerlos en un informe o presentación escrita u oral.
5. **Prácticas de Ordenador (PO):** Son sesiones docentes en las que un grupo de estudiantes, bajo la dirección de un profesor/a, realiza en el aula de informática una actividad práctica que requiere el uso del ordenador como herramienta de trabajo. Estas prácticas se emplean para resolver problemas, realizar cálculos y modelados, así como para simular procesos, entre otros fines.
6. **Prácticas de Campo (PC):** Son un tipo de docencia que tiene por objeto llevar a cabo la enseñanza sobre el terreno, es decir, en el sitio mismo donde se produce el hecho, el fenómeno o la realidad estudiada. En muchas ocasiones la práctica de campo consiste en la visita guiada de instalaciones y/o empresas de interés en la formación del estudiantado de Biotecnología.

Como apoyo para el desarrollo de las anteriores actividades a desarrollar se dispone de la plataforma on-line eGela, que facilita la comunicación entre el equipo docente y el estudiantado, la programación de actividades no presenciales, la complementación de actividades presenciales y la coordinación entre el profesorado de un mismo curso.

En cuanto a la evaluación, todas las actividades que forman parte del desarrollo académico de las asignaturas, serán susceptibles de ser evaluadas y de computar para la nota final de la asignatura correspondiente. De forma general, se utilizarán los siguientes criterios de evaluación:

- Pruebas objetivas.
- Resolución de problemas en clase, problemas propuestos, participación en seminarios y tutorías.
- Trabajo o proyecto sobre un aspecto concreto de la materia, sobre el que se realizará un informe escrito breve y/o una presentación oral.

Información más detallada sobre el sistema de evaluación se puede obtener en las guías docentes de cada asignatura, que se recogen en la presente Guía del Estudiante. Finalmente, los resultados obtenidos por el estudiantado se calificarán de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 1125/2003, con la escala numérica de 0 a 10 (con un decimal cuando proceda) a lo que se le podrá añadir la siguiente calificación cualitativa: De 0 a 4,9 = Suspenso, de 5 a 6,9 = Aprobado, de 7 a 8,9 = Notable y de 9 a 10 = Sobresaliente.

## **Tutorías académicas**

---

La tutoría académica es una actividad complementaria al desarrollo de la docencia, que consiste básicamente en ofrecer asesoría y orientación académica al estudiantado por parte del equipo docente implicado en la impartición de alguna modalidad docente del grupo. Cada docente da a conocer su horario de tutorías al inicio del cuatrimestre y se publica en GAUR.

## **Plan de Acción Tutorial (PAT)**

---

Todo el estudiantado matriculado tendrá asignado a un profesor/a responsable de su tutela, que le orientará mientras realice sus estudios en el Centro. Es lo que se conoce como el tutor o tutora académica, cuya asignación se realiza durante el primer cuatrimestre al inicio del primer curso, y actuará como tal hasta la finalización de la titulación por parte del estudiantado. La tutela conlleva la realización de reuniones, tanto grupales como individuales. La primera reunión suele ser grupal y obligatoria, donde se rellenará una ficha de seguimiento del estudiantado. El número de entrevistas individuales puede variar, si bien se recomiendan un mínimo de tres: la primera tras la reunión grupal, para una información personalizada puntual; la segunda, la primera quincena del segundo cuatrimestre, para intercambiar impresiones sobre las actividades realizadas en el primer cuatrimestre y sus frutos, y la última antes de la matriculación del curso siguiente, para hacer un balance del curso finalizado y planificar el siguiente.

## **Trabajo Fin de Grado (TFG)**

---

El Trabajo Fin de Grado (TFG) supone la realización por parte de cada estudiante y de forma individual de un proyecto, memoria o estudio original bajo la supervisión de uno o más directores/as, en el que se integren y desarrollen los contenidos formativos recibidos, capacidades, competencias y habilidades adquiridas durante el periodo de docencia del Grado.

El TFG deberá estar orientado a la aplicación de las competencias generales asociadas a la titulación, a capacitar para la búsqueda, gestión, organización e interpretación de datos relevantes, normalmente de su área de estudio, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole científica y/o tecnológica, y que facilite el desarrollo de un pensamiento y juicio crítico, lógico y creativo. Información más prolija acerca del TFG (preinscripción, normativa y guía de estilo) se encuentra disponible en la dirección correspondiente de la Facultad: <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado#Trabajosfindegrado1>

Por su parte las fechas del calendario a tener en cuenta, como los plazos de preinscripción, matriculación y defensa del TFG se hallan en la dirección:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/calendario>

## **Prácticas académicas externas**

---

El grado de Biotecnología permite la realización de prácticas académicas externas extracurriculares y, por lo tanto, son de carácter voluntario. La realización de prácticas voluntarias en entidades externas facilita la incorporación del estudiantado al mundo laboral, proporcionando, además de conocimientos y competencias de contenido práctico, experiencia, y avance en las competencias transversales, de cara al desempeño profesional.

La información sobre prácticas en empresas y formación complementaria depende del Vicedecanato de Comunicación y Proyección Social, y se gestiona a través del SAECYT (Servicio de Asesoramiento del Estudiantado de Ciencia y Tecnología).

### **Ubicación del SAECVT (Servicio de Asesoramiento del Estudiantado)**

Secretaría de la Facultad de Ciencia y Tecnología, en <https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/atencion-estudiantes>

Para información más detallada de este programa, (normativas, impresos, informes, etc) se puede consultar el link <https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

### **Responsable del Programa de Prácticas externas**

#### **Monika Ortueta Aldama**

Vicedecana de Comunicación y Proyección Social

[ztf.praktikak@ehu.es](mailto:ztf.praktikak@ehu.es)

Telf: 94 601 2673

## **Programas de Movilidad**

---

Los programas de movilidad del estudiantado se pueden realizar a partir de segundo curso en universidades extranjeras y del Estado español. Estas estancias entran dentro de los programas SICUE, Erasmus+, UPV-América Latina, así como otros destinos. Para obtener más información, se puede consultar los destinos, guías y normativa en:

<https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/programas-intercambio>

### **Coordinadora de los Programas de Movilidad (Programas SICUE-SENECA, SOCRATES-ERASMUS, UPV-América Latina y otros destinos):**

#### **Zuriñe Baña García**

Departamento de Inmunología Microbiología y Parasitología

[zuriñe.bana@ehu.es](mailto:zuriñe.bana@ehu.es)

Telf.: 94 601 3122

## **Otra información de interés**

---

En algunas asignaturas del Grado, el equipo docente utiliza un aula virtual de apoyo a la docencia presencial. Estas aulas están en eGela ( <https://egela.ehu.es/login/index.php?lang=es> ). Para acceder a eGela hay que introducir el usuario LDAP, que se asigna a cada estudiante al realizar la matrícula como estudiantado de nuevo ingreso. También se utiliza el usuario LDAP para acceder a GAUR, herramienta informática para la realización de trámites administrativos y la consulta de datos relativos a la vida académica del estudiantado.

Cada estudiante matriculado en el Grado en Biotecnología dispone de una cuenta de correo electrónico corporativa, cuya dirección y contraseña le fueron entregadas al realizar la matrícula como estudiantado de nuevo ingreso. A esta cuenta de correo es donde se remiten todos los mensajes del profesorado, de eGela, del equipo decanal u otros estamentos universitarios. Es posible redirigir los mensajes que llegan a esta cuenta al correo personal. Más información en: [https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc\\_alumnado](https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc_alumnado) También dispone de un servicio de albergue de disco ( <https://www.ehu.es/es/group/ikt-tic/bildu> ).

Ante cualquier duda o problema en la utilización del correo corporativo o en general de los servicios informáticos de la UPV/EHU, se recomienda contactar con CAU vía web <http://lagun.ehu.es> utilizando el usuario LDAP. Para más información sobre el CAU visitar: <http://www.ehu.es/cau>

### **Más Información sobre el Grado en Biotecnología:**

<https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/grado-biotecnologia>

**Página web de la Facultad:** <https://www.ehu.es/zientzia-teknologia-fakultatea>



---

## 2.- Información específica para el grupo

---

### Asignación de estudiantes a grupos docentes

---

Durante las primeras semanas de clase se informará de la asignación de cada estudiante a los grupos docentes en las diferentes modalidades docentes para las que haya más de un grupo programado.

### Calendario, horario y exámenes

---

El calendario lectivo del Centro puede consultarse en la página web:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/calendario>

El horario, con la correspondiente información sobre las aulas donde se impartirá cada actividad, así como el calendario oficial de exámenes, se publica y actualiza en la web de la Facultad. Pueden consultarse en: <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/egutegia-ordutegiak>

Además, en el enlace anterior también pueden consultarse los tribunales de 5ª y 6ª convocatoria nombrados para las asignaturas del Grado.

### Profesorado

---

La información sobre el profesorado (datos de contacto, horas de tutoría) que imparte las asignaturas de este grupo puede consultarse en la web institucional del grado:

<https://www.ehu.eus/es/web/graduak/grado-biotecnologia/profesorado>

Para acceder a la información de un profesor/a en el enlace anterior, basta con pinchar en el nombre del profesor/a.

### Coordinación

---

La coordinación del Grado recae en la Comisión de Estudios de Grado (CEG). Esta realiza funciones de apoyo al desarrollo curricular, seguimiento, revisión y mejora del Grado. A la hora de redactar esta guía, la CEG del Grado en Biotecnología está formada por:

Tipo	Coordinador/a	Datos de contacto
Grado PAT	<b>Ana Abad Díaz de Cerio</b> Dpto. Inmunología, Microbiología y Parasitología	<a href="mailto:ana.abad@ehu.eus">ana.abad@ehu.eus</a> 946 015 511 CD5.P0.2
1º curso	<b>Eider Bilbao Castellanos</b> Dpto. Zoología y Biología Celular Animal	<a href="mailto:eider.bilbao@ehu.eus">eider.bilbao@ehu.eus</a> 946 013 549, 946 017 669 F2.S2.10
2º curso	<b>Andoni Ramírez García</b> Dpto. Inmunología, Microbiología y Parasitología	<a href="mailto:andoni.ramirez@ehu.eus">andoni.ramirez@ehu.eus</a> 946 015 090 CD5.P0.17
3º curso	<b>Gorka Elordi Foruria</b> Dpto. Ingeniería Química	<a href="mailto:gorka.elordi@ehu.eus">gorka.elordi@ehu.eus</a> 946 013 374 B1.P2.8
4º curso	<b>Unai Galicia García</b> Dpto. Bioquímica y Biología Molecular	<a href="mailto:unai.galicia@ehu.eus">unai.galicia@ehu.eus</a> 946 012 496 CD3.P0.6
TFG	<b>Sonia Bañuelos Rodríguez</b> Dpto. Bioquímica y Biología Molecular Instituto de Biofísica	<a href="mailto:sonia.banuelos@ehu.eus">sonia.banuelos@ehu.eus</a> 946 013 347 OB19 (Instituto de Biofísica)

Se puede consultar información actualizada de la CEG del Grado en Biotecnología en el siguiente enlace:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/comisiones-grado#ComisionesdeEstudios3>

Además, para cada asignatura del Grado se ha nombrado un/a coordinador/a de asignatura que se encarga de coordinar el equipo docente que la imparte. La relación de coordinadores/as de asignaturas del Grado en Biotecnología puede consultarse en el siguiente enlace:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/coordinacion-asignaturas-bt>

---

### **3.- Información sobre las asignaturas de Segundo curso**

---

Las asignaturas del curso se han ordenado alfabéticamente.

**ASIGNATURA**

27805 - Biología Molecular e Ingeniería Genética

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

En esta asignatura se imparte tanto el fundamento teórico de la biología molecular como las herramientas básicas del conjunto de tecnologías que se conocen con el nombre de DNA recombinante. Estas tecnologías constituyen la base de la biología molecular y biotecnología. Algunos de los temas que se imparten en esta asignatura serán objeto de profundización en otras asignaturas de los últimos cursos del grado como Métodos en Biología Molecular y Ampliación de Biología Molecular. Además, su contenido se complementa con la asignatura Técnicas Instrumentales, que se imparte paralelamente durante el segundo cuatrimestre de segundo curso. Con esta asignatura el alumnado aprende las aplicaciones de las principales técnicas de biología molecular asociadas al uso de sistemas biológicos: DNA recombinante y clonación, y técnicas de expresión de proteínas recombinantes en distintos sistemas celulares tales como bacterias, células animales, células vegetales y la utilización de los distintos tipos de vectores plasmídicos, vectores víricos.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

El objetivo principal es familiarizar al alumno con la base conceptual y la información que se dispone sobre las técnicas básicas usadas en biología molecular y la aplicación de los conocimientos y las técnicas a la expresión de genes heterólogos en bacterias, levaduras y eucariotas superiores; orientadas a la producción de organismos transgénicos para su uso industrial o biomédico. Mediante la adquisición de este conocimiento el alumno debe ser competente para utilizar las técnicas de Biología Molecular como herramienta para contrastar hipótesis sobre los mecanismos moleculares subyacentes a los diferentes procesos biológicos (fisiología celular, diferenciación y desarrollo, estructura-función de proteínas).

Contenido:

Hibridación, clonaje celular y acelular, mutagénesis, transformación, transfección, transferencia de genes a células en cultivo, transferencia de genes a organismos completos, interferencia y silenciamiento, vectores víricos para la transferencia, transgénicos.

Competencias transversales :

- Colaborar y trabajar en equipo
- Desarrollar la capacidad creativa y emprendedora para formular, diseñar y gestionar proyectos, buscar e integrar nuevos conocimientos y actitudes
- Transmitir información, ideas, problemas y soluciones y comunicarlas a un público especializado y no especializado
- Relacionar los conocimientos moleculares adquiridos con sus posibles aplicaciones biomédicas.
- Interpretar y evaluar la literatura científica y recursos online del área.
- Aplicar en los trabajos académicos los resultados de un proceso de indagación y/o de investigación teniendo en cuenta Objetivos de Desarrollo Sostenible
- Sintetizar y comunicar de forma oral y escrita las ideas, haciendo uso de un lenguaje académico e integrando los términos vistos en la asignatura.

Competencias Específicas :

- Utilizar adecuadamente las herramientas metodológicas para el clonaje, expresión y mutación de ácidos nucleicos. así como la purificación y caracterización de proteínas recombinantes.
- Comprender las bases moleculares de la transferencia y expresión génica en células eucariotas y las estrategias experimentales para la obtención de organismos transgénicos.
- Conocer los principios, la instrumentación y las aplicaciones de las principales técnicas de Biología Molecular

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

1. Técnicas Básicas en Biología Molecular: Aislamiento. Fragmentación y separación de ácidos nucleicos. Hibridación. Técnica de PCR. Secuenciación: de Sanger (dideoxi), secuenciación automática, nuevas tecnologías, aplicaciones. Genotecas: elaboración y búsquedas (screening).
2. Expresión de Genes Heterólogos: Problemas y soluciones. Sistemas de expresión en: Bacterias (vectores mono y policistrónicos, proteínas de fusión, sistema pET, integración de genes), Levaduras (Saccharomyces y otras cepas, ejemplos de proteínas expresadas), células animales (células de insectos y de mamíferos), células vegetales.
3. Ingeniería de Ácidos Nucleicos: Técnicas de mutagénesis dirigida y al azar. Ingeniería de proteínas.
4. Organismos genéticamente modificados: Aplicaciones de los Microorganismos Modificados Genéticamente. Ingeniería de Organismos Completos (transgénicos). Producción de ratones transgénicos. Interrupción génica: silenciamiento in vitro. Control de la actividad génica in vivo: sistemas inducibles, aplicaciones de la recombinación específica de sitio. Posible aplicación del transporte nuclear a la producción de animales transgénicos. Aplicaciones biotecnológicas y biomédicas de los animales transgénicos (Optogenética). Producción de plantas transgénicas y sus aplicaciones.

## PRÁCTICA DE ORDENADOR

Utilización de datos de bases y programas útiles para el diseño de clonación de genes. Estas bases de datos y programas se utilizarán para el desarrollo del proyecto.

### METODOLOGÍA

Como metodología docente utilizaremos:

Las clases magistrales, sesiones de explicación por parte del profesor en las que se buscará la interacción con los alumnos mediante el planteamiento de preguntas sobre el tema de cada sesión. En estas sesiones se trabajarán también, mediante píldoras formativas, la competencia transversal compromiso social y las competencias relacionadas con la investigación.

Las prácticas de aula, mediante el análisis de artículos científicos o problemas teóricos se analizan las distintas maneras de solucionar los desafíos presentados en la clonación y expresión de proteínas heterólogas en sistemas celulares.

Las prácticas de ordenador, se busca familiarizar al alumno con las distintas herramientas informáticas disponibles para planificar con éxito la clonación de proteínas en los sistemas disponibles.

Los seminarios, en los que los alumnos exponen públicamente un tema y lo debaten con sus compañeros y el profesor.

### TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	40	6	4		10				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	60	9	6		15				

**Leyenda:** M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 45%
- Prueba tipo test 15%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- Trabajos individuales 5%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 25%

### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La docencia magistral será evaluada mediante pruebas escritas tipo respuestas múltiples y preguntas cortas. La nota de este tipo de pruebas contribuirá con un 60% en la nota final. También se incluirán ejercicios y problemas relacionados con los otros tipos de docencia, relacionados con las habilidades adquiridas en las prácticas de ordenador y de aula, y contribuirá en un 10% a la nota.

Se realizará una actividad conjunta con la asignatura Técnicas Instrumentales, con el objetivo de integrar el conocimiento adquirido en sobreexpresión y purificación de proteínas. Además, se trabajará la competencia transversal Compromiso Social y Comunicación y Plurilingüismo. Este proyecto (trabajo escrito y presentación oral) contribuirá con el 25 %. Por último, un 5% de la nota se reservará para evaluar el trabajo individual sobre temas relacionados con la asignatura.

La nota final de la asignatura corresponde a la suma de las calificaciones parciales de los apartados evaluados. Para aprobar la asignatura es imprescindible aprobar las pruebas escritas relativas a la docencia magistral y haber realizado el proyecto de investigación (informe y seminario) y las prácticas de aula y ordenador .

La asignatura está diseñada para ir proporcionando a los alumnos información cualitativa sobre su proceso de aprendizaje, es decir, se utilizará preferentemente el sistema de evaluación continua. Los estudiantes que hayan renunciado a la evaluación continua y se acojan a la final podrán obtener el 100% de la nota utilizando las mismas herramientas y porcentajes de evaluación anteriormente descritos .

Para el alumnado, sujeto tanto a evaluación continua como final, bastará con no presentarse a la prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada



## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En esta convocatoria la nota final se obtiene de la suma de las calificaciones obtenidas en los mismos apartados evaluados en la convocatoria ordinaria. Si alguno de los apartados evaluados en la convocatoria ordinaria ha obtenido una calificación de aprobado o superior, se mantendrá la nota para la convocatoria extraordinaria. La no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Página Moodle del curso

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

- Alberts B, Heald R, Johnson AD, Morgan A, Raff M, Roberts K, Walter P. (2022) Molecular Biology of the Cell; 7th edition, W. W. Norton & Company.
- Krebs JE, Goldstein ES, Kilpatrick ST (2017) Lewin's Genes XII; Burlington : Jones & Bartlett Learning.
- Lodish H, Berk A, Kaiser CA, Krieger M, Bretscher A, Ploegh H, Martin K, Yaffe M, Amon A (2021) Molecular Cell Biology, 9th edition. MacMillan Press
- Watson JD, Caudy AA, Myers RM, Witwoski JA (2006) Recombinant DNA: Short Course, 3rd edition. WH Freeman.
- Wilson K, Walker J (2018) Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology, 8th edition; Cambridge University Press.
- Karp G, Iwasa J, Marshall W (2019) Karp's Cell and Molecular Biology, 9th edition. Wiley.
- Glick BR, Cheryl LP (2022) Molecular Biotechnology: Principles and applications of recombinant DNA. Wiley.
- Herráez A (2012) Biología Molecular e Ingeniería genética. Concepto, técnicas y aplicaciones en ciencias de la salud. Elsevier.

### Bibliografía de profundización

- Kejin H (2020). Nuclear Reprogramming. Methods and Protocols. Methods in Molecular Biology. Humana Press.
- Wang K (2016) Agrobacterium Protocols, 3rd edition. Vols I y II. Methods in Molecular Biology. Humana Press.

### Revistas

Nature, Science, Cell, Nature genetics, Genome Research, Methods, Molecular Cell

### Direcciones de internet de interés

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- <https://proteininformationresource.org/>
- <https://www.ensembl.org/index.html>
- <http://genome.cse.ucsc.edu/>
- [www.expasy.org/](http://www.expasy.org/)
- [www.dnafb.org/](http://www.dnafb.org/)
- <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets->
- [http://www.protocolonline.org/prot/Molecular\\_Biology/DNA/Mutagenesis/PCR\\_Mutagenesis/index.html](http://www.protocolonline.org/prot/Molecular_Biology/DNA/Mutagenesis/PCR_Mutagenesis/index.html)
- [www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)

## OBSERVACIONES

**ASIGNATURA**

26720 - Biosíntesis de Macromoléculas y su Regulación

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

En Biosíntesis y Regulación de Macromoléculas se estudiarán las macromoléculas implicadas en la maquinaria celular y los procesos por las que se sintetizan. Estos conocimientos serán fundamentales para los últimos años de tu carrera y para tu futuro profesional. Cuando nos referimos a las macromoléculas, estamos hablando de ADN, ARN y proteína, que son moléculas clave para el funcionamiento de las células. Los conceptos básicos y el conocimiento de las macromoléculas se han asentado en las asignaturas de Bioquímica I y Biología Celular del primer curso del Grado de Bioquímica y Biología Molecular y del Grado de Biotecnología. El estudiantado ya conoce su composición, estructura, localización celular y función. Además, en la asignatura de Metodología Bioquímica Básica (MBB) de primer curso se han utilizado en el laboratorio técnicas habituales para la purificación, análisis e investigación de las macromoléculas. También se ha trabajado en las estrategias de búsqueda bibliográfica (Pubmed y WOK) en OMB. En este segundo curso, tal como indica el nombre de la asignatura Biosíntesis y Regulación de Macromoléculas, se estudiará cómo se produce la síntesis de ADN, ARN y proteínas en la célula y cómo se produce el control de los procesos de síntesis. La síntesis de ADN, ARN y proteínas y las interacciones de las propias macromoléculas constituyen el conjunto de procesos claves de toda la maquinaria celular, por lo que fácilmente entenderemos que el control de estos procesos también resulta fundamental. Son tan esenciales, que incluso los más mínimos fallos en su regulación pueden poner en peligro la supervivencia de la célula. Y extrapolando estas implicaciones a los humanos y seres multicelulares, está claro que tienen un impacto directo en nuestra salud y supervivencia. Por lo tanto, cuanto más conozcamos sobre el funcionamiento de esta maquinaria y su regulación, más cerca estaremos de poder desarrollar terapias avanzadas para corregir cualquier error que pueda ocurrir. El conocimiento adquirido en esta asignatura será importante para comprender los conocimientos de la asignatura de Genética, que se estudiará también este curso, ya que ambas se complementan entre sí. La transmisión de la información genética en Biosíntesis y Regulación de Macromoléculas, desde el ADN hasta la proteína, se estudiará desde el punto de vista molecular, como si viéramos los procesos intracelulares con un microscopio potente. En la asignatura de Genética se complementarán los conocimientos estudiando en detalle la relación genotipo-fenotipo a partir de las reglas de la herencia, analizando el impacto de la genética y los mecanismos moleculares y el entorno en el fenotipo de los organismos.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Esta asignatura pretende familiarizar al alumno/alumna con las bases moleculares de los procesos implicados en la transmisión de la información genética.

En esta asignatura se presentarán procesos fundamentales como la replicación y reparación del DNA, la transcripción y la traducción, así como una visión integrada de la regulación de la expresión génica.

Competencias específicas:

CE. Describir los mecanismos moleculares responsables de la transmisión de la información genética, y de su regulación y variación en procariotas y eucariotas.

Competencias transversales:

CT5. Elaborar competencias para aplicar los conocimientos adquiridos al mundo profesional.

CT7. Desarrollar la capacidad de participación y el compromiso ético en los debates sociales.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

1. BLOQUE: Genes y cromosomas:

Estructura del cromosoma. Cromatina. Nucleosoma. Histonas. Diferentes grados de empaquetamiento del DNA. Genes y su estructura.

2. BLOQUE: Replicación, reparación y recombinación del DNA.

2.1. Replicación del DNA: características generales. DNA polimerasas. Fases y mecanismo de la replicación. Replicación en eucariotas.

2.2. Reparación del DNA: Mutaciones. Sistemas de reparación: emparejamientos indebidos, escisión de bases, escisión

de nucleótidos, directa, recombinación. Respuesta SOS.

2.3.Recombinación del DNA. recombinación genética homóloga. Recombinación específica. Transposición del DNA.

3. BLOQUE: Síntesis y procesamiento del ARN. ARN no codificantes

3.1. Transcripción. Tipos de ARN. Transcripción en procariotas. ARN polimerasa. fases de la transcripción. Promotores y terminadores. Transcripción en eucariotas. ARNpolimerasas. Factores de transcripción. Inhibidores de la transcripción.

3.2. Procesamiento del ARN y ARNs no codificantes. Procesamiento de los extremos del mRNA. Splicing. Procesamiento alternativo. Procesamiento de rRNA y tRNA. Ribozimas. Edición del ARN. ARN no codificantes (iRNA, miRNA, siRNA, lncRNA, CRISPR-CAS...)

3.3. Síntesis de ARN-ADN dependiente de ARN. Retrovirus. Oncogenes. Telomerasa. SRN replicasa.

4. BLOQUE: Síntesis de proteínas

4.1. El código genético

4.2. Traducción del mRNA. Ribosomas. tRNA. Fases de la traducción: activación de los aminoácidos, inicio, elongación, terminación, plegamiento y procesamiento post-traducción. Inhibición de la síntesis de proteínas.

4.3. Direccionalización y degradación de proteínas. Secuencias señal. Proteínas de secreción. Transporte al núcleo. degradación de proteínas. Ubiquitinación. Proteasoma. Modificaciones post traduccionales.

5. BLOQUE: Regulación de la expresión génica.

5.1. Regulación de la transcripción en procariotas. Promotores. Factores sigma. Proteínas reguladoras. Operones. Antiterminación. Atenuación.

5.2. Regulación de la transcripción en eucariotas. Accesibilidad del DNA: remodelación de la cromatina. Promotores y secuencias reguladoras. Proteínas reguladoras, coactivadores. Regulación post-transcripción: procesamiento alternativo, regulación de la traducción, degradación del mRNA.

## METODOLOGÍA

- Clases magistrales: contenido teórico.
- Prácticas de aula: elaboración de problemas teórico-prácticos.
- Prácticas de ordenador: utilización programa Gexplorer y realización de ejercicios prácticos.
- Seminarios/ mesas redondas: Trabajar un tema relacionado con el funcionamiento de los mecanismos de la transmisión de la información genética y su relación con las enfermedades y sus terapias. Realización de trabajo escrito y presentación a los compañeros y discusión.
- Test individuales online para trabajar el contenido teórico de cada bloque.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	42	4	11		3				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	63	6	16,5		4,5				

**Leyenda:** M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 45%
- Prueba tipo test 10%
- Trabajos individuales 10%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 20%
- Mesas redondas/seminarios. Análisis de artículos en grupo. Presentación del artículo y discusión del mismo. Escribir un artículo de divulgación del tema trabajado y revisión de estos artículos (peer review) 15%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- Las calificaciones de las diferentes actividades se guardarán durante las diferentes convocatorias del mismo curso.
- Para el alumnado, sujeto tanto a evaluación continua como final, bastará con no presentarse a la prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada.
- En caso de que algun/a alumno/a quisiera renunciar a la evaluación continua, tendrá que hacerselo saber a la profesora

por escrito en las primeras 9 semanas desde el inicio de la asignatura. En este caso, todas las competencias trabajadas a lo largo del curso mediante actividades de evaluación continua, serán evaluadas en el examen final.

Las directrices de evaluación en esta asignatura se basan en los documentos: "Normativa reguladora de la Evaluación del alumnado en las titulaciones oficiales de Grado" y "Protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU" (<https://www.ehu.eus/es/web/estudiosdegrado-graduokoikasketak/akademia-araudiak>)¿

"Artículo 8.3: En todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas para las asignaturas cuatrimestrales y de 18 semanas para las anuales, a contar desde el comienzo del cuatrimestre o curso respectivamente, de acuerdo con el calendario académico del centro. La guía docente de la asignatura podrá establecer un plazo mayor."

"Artículo 12.2: En el caso de evaluación continua, si el peso de la prueba final es superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada. En caso contrario, si el peso de la prueba final es igual o inferior al 40% de la calificación de la asignatura, el alumnado podrá renunciar a la convocatoria en un plazo que, como mínimo, será hasta un mes antes de la fecha de finalización del período docente de la asignatura correspondiente. Esta renuncia deberá presentarse por escrito ante el profesorado responsable de la asignatura."

#### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

- En la convocatoria extraordinaria se hará una prueba escrita. Para el resto de actividades y tareas, en el caso de estar aprobadas a lo largo de curso, no se tendrán que repetir en esta convocatoria extraordinaria.

Las directrices de evaluación en esta asignatura se basan en los documentos: "Normativa reguladora de la Evaluación del alumnado en las titulaciones oficiales de Grado" y "Protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU" (<https://www.ehu.eus/es/web/estudiosdegrado-graduokoikasketak/akademia-araudiak>)¿

"Artículo 8.3: En todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas para las asignaturas cuatrimestrales y de 18 semanas para las anuales, a contar desde el comienzo del cuatrimestre o curso respectivamente, de acuerdo con el calendario académico del centro. La guía docente de la asignatura podrá establecer un plazo mayor."

"Artículo 12.2: En el caso de evaluación continua, si el peso de la prueba final es superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada. En caso contrario, si el peso de la prueba final es igual o inferior al 40% de la calificación de la asignatura, el alumnado podrá renunciar a la convocatoria en un plazo que, como mínimo, será hasta un mes antes de la fecha de finalización del período docente de la asignatura correspondiente. Esta renuncia deberá presentarse por escrito ante el profesorado responsable de la asignatura."

#### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

- El script GenEx para las prácticas de ordenador.
- Se utilizará la herramienta de eGela que permite hacer tests online.
- Todo el material que se utilice en las actividades presenciales.
- Todo el material estará disponible en eGela (videos, artículos, revisiones, animaciones...)

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **Bibliografía básica**

- Lehninger Principles of Biochemistry (2008) 5th edition. Nelson DL & Cox MM. W. H. Freeman
- Genetics, A Conceptual Approach (2020) 7th edition. Benjamin A. Pierce
- Introduction to Protein Structure (1998). 2nd edition. Carl Branden & John Tooze
- Biochemistry (2011) 7th edition. Berg JM, Tymoczko JL & Stryer L. W. H. Freeman

##### **Bibliografía de profundización**

- Molecular Biology of the Cell (2008) 5th ed. Alberts A, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K & Walter P. Garland Science



- Molecular Cell Biology (2012) 7th edition. Lodish H, Berk A, Kaiser CA, Krieger M, Bretscher A, Ploegh H, Amon A & Scott MP. W. H. Freeman

**Revistas**

- Elhuyar
- EKAIA

**Direcciones de internet de interés**

**OBSERVACIONES**

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GBIOTE30 - Grado en Biotecnología**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

27804 - Cultivos Celulares y Tisulares

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

En esta asignatura se familiariza al alumnado con las principales técnicas para el estudio celular y tisular que incluye la preparación, tinción y observación microscópica de muestras biológicas, así como con las técnicas básicas de cultivo y ensayos con células animales y sus aplicaciones específicas. Además se aborda el concepto y las variedades de tejidos de organismos animales y las relaciones estructura-función.

Los conocimientos adquiridos tras cursar esta asignatura son la base para la comprensión de la organización y funcionamiento de los organismos, que se tratarán fundamentalmente en asignaturas como Fisiología, Inmunología, Genética Humana, Bioquímica Clínica, Patología Molecular o Ingeniería Tisular.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

- Aplicar las principales técnicas de preparación, tinción y observación de muestras biológicas
- Comprender los organismos a nivel celular y molecular.
- Conocer la estructura histológica de los diferentes órganos del organismo animal y vegetal, y comprender su participación en la fisiología y las relaciones estructura-función.
- Identificar y describir los distintos tejidos animales en preparaciones histológicas por técnicas microscópicas, e interpretar los resultados.
- Realizar cultivos celulares y utilizarlos para estudios de función celular.
- Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- Manejar adecuadamente conocimientos básicos de técnicas instrumentales para obtener información, diseñar experimentos e interpretar resultados.
- Desarrollar la capacidad para el análisis, síntesis y razonamiento crítico en la aplicación del método científico.
- Desarrollar el aprendizaje autónomo y la adaptación a nuevas situaciones.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS****TEMARIO TEÓRICO**

Tema 1. PREPARACIÓN DE MATERIALES BIOLÓGICOS PARA SU OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA: fijación, inclusión, microtomía y tinción. Localización de componentes celulares: citoquímica e histoquímica, inmunocitoquímica e inmunohistoquímica, hibridación "in situ".

Tema 2. BASES E INSTRUMENTACIÓN EN MICROSCOPIA: sistemas ópticos, estructura y características. Microscopio de luz y variantes: contraste de fase, interdifereencial, de fluorescencia, invertido. Microscopio electrónico: de transmisión y de barrido. Microscopio confocal. Microscopía cuantitativa. Análisis de imagen.

Tema 3. CONCEPTO DE HISTOLOGÍA. Gametogénesis, fecundación y desarrollo embrionario temprano. Hojas embrionarias. Concepto de diferenciación celular.

Tema 4. HISTOLOGÍA. Concepto de tejido. Clasificación general de los tejidos animales. Órganos, aparatos y sistemas animales. Características generales y clasificación de los tejidos vegetales.

Tema 5.- TEJIDO EPITELIAL. Concepto, caracterización, histogénesis y clasificación.

Tema 6. TEJIDO CONECTIVO. Concepto, caracterización e histogénesis. Matriz extracelular y células del conectivo. Mesénquima. Variantes de tejido conectivo. Tejido cartilaginoso. Tejido óseo. Diente.

Tema 7. TEJIDO MUSCULAR. Concepto caracterización, histogénesis y clasificación.

Tema 8. TEJIDO NERVIOSO. Concepto, estructura general, clasificación e histogénesis. Neurona: morfología y clasificación. Células gliales. Fibras nerviosas.

Tema 9. INTRODUCCIÓN A LOS CULTIVOS DE CÉLULAS ANIMALES. Concepto de cultivo in vitro. Introducción: Historia de las técnicas de cultivo. Generalidades sobre las técnicas de cultivo de células animales Terminología y descripción de los diferentes tipos y sistemas de cultivo celulares. Aplicaciones de los cultivos celulares. Ventajas y desventajas de los cultivos celulares. Las técnicas de cultivo de tejidos como alternativa a la experimentación con animales.

Tema 10. EL AMBIENTE DEL CULTIVO CELULAR. Requerimientos físico-químicos de los cultivos celulares: temperatura, osmolaridad, pH. Soportes y sustratos Medios de cultivo. Sueros y complementos. Medios definidos. Técnicas de asepsia. Contaminación: Tipos y Detección. Tratamiento de la contaminación.

Tema 11. EL LABORATORIO DE CULTIVOS CELULARES. Incubador. Cabina de flujo. Centrífuga. Instrumentación y métodos analíticos. Microscopio invertido: contraste de fase y de fluorescencia. Microscopía confocal.

Microcinematografía y cultivos celulares

Tema 12. CULTIVOS PRIMARIOS. Tipos. Métodos de aislamiento. Obtención de tejidos y células para desarrollo in vitro. Disgregación mecánica y enzimática. Purificación de tipos celulares.

Tema 13. LÍNEAS CELULARES. Tipos de líneas celulares establecidas. Origen y manejo de las células. Iniciación de los

cultivos.

Tema 14. **BIOLOGÍA DE LAS CÉLULAS IN VITRO.** Características de las células in vitro. Adhesión celular, citoesqueleto, relación de las células con el medio, metabolismo energético. Diferenciación/desdiferenciación, proliferación, transformación y senescencia.

Tema 15. **PARÁMETROS TÍPICOS EN CULTIVOS CELULARES.** Recuento de células Subcultivo de células. Adherencia, tiempo de doblaje y curva de crecimiento. Clonado y selección. Control de los cultivos celulares. Aumento de la producción. Métodos funcionales aplicados al estudio de cultivos de células animales.

Tema 16. **CARACTERIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE CÉLULAS.** Estudios morfológicos e inmunológicos aplicados a las líneas celulares. Contenido de DNA y de proteínas. Estudios enzimáticos. Almacenamiento celular. Criopreservación. Bancos de células.

Tema 17. **CULTIVOS CELULARES ESPECÍFICOS** Cultivo de células tumorales. Obtención de tejidos tumorales. Transformación celular "in vitro". Requerimientos y características generales. Cultivo de células madre. Obtención y métodos de cultivo de las células madre embrionarias y adultas. Cultivos celulares tridimensionales. Cultivos organotípicos. Cultivos histotípicos. Características y aplicaciones. Células vegetales.

#### TEMARIO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1. Preparación de muestras para microscopía óptica.

Práctica 2. Tinciones histológicas

Práctica 3. Observación e interpretación de secciones histológicas

Práctica 4. Estudio del tejido epitelial de revestimiento

Práctica 5. Estudio del tejido epitelial glandular

Práctica 6. Estudio del tejido conjuntivo, I.

Práctica 7. Estudio del tejido conjuntivo, II.

Práctica 8. Estudio del tejido muscular y nervioso.

Práctica 9 Cultivos celulares.

#### PRÁCTICAS DE AULA

Práctica 1. Resolución de casos prácticos sobre procesamiento histológico.

Práctica 2. Observación tisular: ultraestructura vs microscopía óptica.

#### SEMINARIOS

Seminario 1. Aplicaciones de técnicas histológicas y cultivos celulares I.

Seminario 2. Aplicaciones de técnicas histológicas y cultivos celulares II.

### METODOLOGÍA

La asignatura se desarrolla en clases magistrales, prácticas de laboratorio, seminarios y prácticas de aula.

Las clases magistrales que se imparten en una sesión doble tienen como objetivo introducir los conceptos y fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo del resto de las actividades. En estas sesiones, la explicación por parte del profesorado promueve asimismo la participación activa del alumnado mediante preguntas que les hagan buscar soluciones en base a los conocimientos adquiridos previamente y relacionando con su futuro profesional.

Las prácticas de laboratorio constan de 12 sesiones, dedicadas a los 3 aspectos fundamentales de la asignatura: preparación histológica, biología tisular y cultivos celulares. Dado el carácter práctico de la asignatura en las sesiones de laboratorio se utilizará una metodología que busca la implicación activa por parte de los estudiantes, tanto en el desarrollo de las sesiones prácticas como también en su preparación.

Las sesiones prácticas se complementan con las prácticas de aula y seminarios cuyo objetivo es aplicar los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio y relacionarlos con los fundamentos teóricos. En concreto en las prácticas de aula, se plantearán la resolución problemas o casos prácticos relacionados con las técnicas citohistológicas o la ultraestructura de los tejidos. En los seminarios tomando como punto de partida las técnicas estudiadas en clase, se debatirá sobre las aplicaciones de la técnica histológica y cultivos celulares y sus limitaciones. Ambas actividades se realizarán en grupos de trabajo, teniendo que poner en común los conceptos trabajados al finalizar la actividad.

### TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	2	4	24					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	62	8	8	12					

**Leyenda:** M: Magistral

GL: P. Laboratorio

TA: Taller

S: Seminario

GO: P. Ordenador

TI: Taller Ind.

GA: P. de Aula

GCL: P. Clínicas

GCA: P. de Campo

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 45%
- Prueba tipo test 10%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 35%
- Exposición de trabajos, lecturas... 10%

### **CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

#### **CONVOCATORIA ORDINARIA:**

#### **A) SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA**

Porcentajes y criterios de evaluación:

- Examen escrito (45%): este examen será al final del curso sobre la materia impartida en las clases magistrales y prácticas (programa teórico-práctico). Se valorará la pertinencia de la respuesta, utilización de la terminología científica, expresión y argumentación.
- Prueba tipo test (10%): Habrá cuestionarios teóricos sobre los tres bloques del temario.
- Prácticas de Aula y Seminarios (10%): organización y estructuración de la información, utilización de la terminología científica, capacidad de análisis y síntesis, claridad de exposición, expresión adecuada y actitud comunicativa, utilización de recursos adecuados.
- Prácticas de laboratorio (35%): Incluye la pertinencia del trabajo realizado en prácticas, presentación de los informes y la consecución de los objetivos. Serán considerados también la actitud durante el desarrollo de las prácticas y la asistencia a tutorías para la preparación de las mismas. Asimismo, se realizarán una serie de test como parte de la evaluación continua de las prácticas (ejemplo; ejercicios de reconocimiento visual, 25%; e informe practicas 10%).

Analizando la evaluación de una manera global, la teoría costará un 50%, las prácticas un 40% y los seminarios y prácticas de aula, el resto, 10%.

La asistencia a los seminarios, prácticas de aula y de laboratorio será obligatoria en la evaluación continua.

Para que la asignatura pueda ser aprobada mediante evaluación continua, se requerirá un mínimo de 5 puntos en cada uno de los apartados. Siendo los apartados: examen escrito, cuestionarios, ejercicios prácticos, y seminarios y prácticas de aula.

Los y las estudiantes que deseen renunciar al sistema de evaluación continua y quieran optar por la evaluación final, deberán indicarlo por escrito en el lugar habilitado para ello en la prueba escrita final. Los y las estudiantes que opten por la evaluación final deberán realizar un ejercicio adicional sobre los contenidos prácticos de la asignatura (ver evaluación final).

#### **B) SISTEMA DE EVALUACIÓN FINAL**

El alumnado que haya renunciado a la evaluación continua realizará un ejercicio de evaluación final sobre la materia implementada en todas las modalidades docentes.

Constará de un examen final teórico convocado con el resto del alumnado con evaluación continua, y una convocatoria a un ejercicio práctico tras el ejercicio anterior.

- Examen escrito (50%): sobre la materia impartida en las clases magistrales (programa teórico).
- Examen práctico (50%): sobre la materia impartida y habilidades adquiridas en las prácticas (laboratorio y ejercicios de aula).

Renuncia a la convocatoria: La no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente. Debido a que en esta asignatura el peso de la prueba final es superior al 40% de la calificación, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea <<no presentado>> o <<no presentada>>.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

Constará de un ejercicio escrito teórico y un ejercicio práctico.

- Examen escrito (50%): sobre la materia impartida en las clases magistrales (programa teórico).
- Examen práctico (50%): sobre la materia impartida en las prácticas (laboratorio y de aula).

NOTA: no se guardan evaluaciones de los ejercicios de la evaluación continua.



## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

Bancroft, J., Gamble, M. 2008. Theory and Practice of Histological Techniques. 7th. edition. Elsevier Limited  
Fawcett DW. 1999. Compendio de Histología. Interamericana McGraw Hill. Madrid.  
Fresney, R.I. (2005) Culture of animal cells: a manual of basic technique (5ª ed). Wiley-Liss.  
Gartner LP, Hiatt JL. 2011. Atlas en Color de Histología. 5ª Edición. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires.  
Kierzenbaum AL. (2008) Histología y Biología Celular. Introducción a la anatomía patológica. 2ª edición. Elsevier. Kühnel  
W. 2005. Atlas Color de Citología e Histología. 11ª Edición. Ed. Médica Panamericana.  
Junqueira LC, Carneiro J. 2005. Histología Básica. 6ª Edición, Masson SA, Barcelona.  
Montuenga L; Esteban FJ; Calvo A. (2009). Técnicas en Histología y Biología Celular. Elsevier.  
Ross MH, Kaye GI, Pawlina W. 2013. Histología. Texto y Atlas Color con Biología Celular y Molecular. 6ª Edición. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires.  
Sáez Crespo, F.J; Badiola Etxaburu, I. 2022. Manual de histología humana para estudiantes de odontología. 2ª edición revisada y ampliada, 496 pp. ISBN/ISSN: 978-84-1319-410-3.  
Young B, Heath JW. 2000. Wheaters Histología funcional. Texto y atlas en color. 4ª Edición. Harcourt, Churchill Livingstone, Madrid.

### Bibliografía de profundización

David JM (2002) Basic Cell Culture: A Practical Approach Oxford University Press  
Masters JRW (2000) Animal Cell Culture: A Practical Approach Oxford University Press  
Mather JP, Barness D (1998) Animal Cell Culture Methods. Academic Press  
Harris, J.R, Graham, J & Rickwood, D (eds) (2006) Cell Biology protocols. John Wiley & Sons, Ltd.

### Revistas

### Direcciones de internet de interés

Microscopía y Atlas histológicos:  
<http://www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/workshop/EM/EMAtlas.html>  
<https://campus.usal.es/~histologia/histologia.htm>  
<https://histology.medicine.umich.edu/>  
<https://histologyguide.com//index.html>  
[http://wzar.unizar.es/acad/histologia/paginas/Atlas\\_inicio.htm](http://wzar.unizar.es/acad/histologia/paginas/Atlas_inicio.htm)  
<https://www.uv.es/histomed/odontologia/index.htm>  
<https://mmegias.webs.uvigo.es/>  
<https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/introduction-to-histology>  
<https://vmicro.iusm.iu.edu/>

General:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/>  
<https://archive.org/details/HistologyATextAndAtlasRoss/page/n649/mode/2up>

## OBSERVACIONES

Coordinadora de la asignatura: Oihane Diaz de Cerio (oihane.diazdecerio@ehu.eus)

**COURSE GUIDE**

2025/26

**Faculty**

310 - Faculty of Science and Technology

**Cycle**

.

**Degree**

GBIOTE30 - Bachelor's Degree in Biotechnology

**Year**

Second year

**COURSE**

25979 - Fluid Mechanics

**Credits, ECTS:** 6**COURSE DESCRIPTION**

The subject of Fluid Mechanics is taught simultaneously in the Chemical Engineering Degree and in the Biotechnology Degree. The aim is to show the concepts and fundamentals of the physical laws that rule over the flow of fluids.

The student is going to be instructed to understand and control the basic unit operations related to the fluids. During the year, processes that transport the fluids through ducts (inner flow), will be distinguished from those processes in which the fluid flows around submerged bodies (external flow).

As in other matters taught in English, a level of B2 or higher is recommended to attend this course.

**COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT****SPECIFIC COMPETENCES:**

1. Knowledge of the basic principles of physics for the description of fluid flow in ducts by means of: the use of characteristic parameters (dimensional analysis) and the definition of mass, mechanical energy and momentum balances.
2. Application of the fundamental principles of the momentum transport for the design and calculation of ducts: pressure drop, pipe sizing and propelling devices (pumps).
3. Setting out the basic principles of physics to describe the external flow of fluids in situations such as: flow through beds of solids and open-channel flow.
4. Application of the fundamental principles for the design of unitary operations based on momentum transfer: Sedimentation, Filtration, Fluidization, Agitation and Mixing of fluids.

**TRANSVERSAL COMPETENCES:**

1. The use of ICTs applied to learning at advanced level, and the basic ability to deal with information sources and specific databases of the module topics, as well as office IT applications for oral presentations.
2. The ability to communicate and transmit results, abilities, and other acquired skills either by writing or orally.
3. Resolution of common topic problems from the industrial branch, considering quality and ethics criteria.

**Theoretical and Practical Contents**

- 1.- Dimensional analysis and similarity. Aims and principles of the dimensional analysis. Dimensional analysis methods: Rayleigh and Buckingham methods. Principles of similarity. Similarity criteria and dimensionless parameters.
- 2.- Introduction to the flow of fluids. Definition of a fluid. Classification and properties of fluids. Non-Newtonian fluids: Bingham plastics, Power Law Fluids, General plastics. Types of fluids and their characteristics. The concept of viscosity. Perfect or ideal flow and viscous flow. Boundary-layer. Pressure: definitions and measurement. Velocity: definitions and measurement.
- 3.- Basic equations of fluid flow. Conservation equations of fluid flow. Conservation of mass: Continuity equation. Total energy and mechanical energy conservation: Bernoulli's equation. Conservation of momentum.
- 4.- Internal flow. Velocity distribution for laminar and turbulent flow. Friction between solids and fluids. Pressure drop in laminar flow: Poiseuille's equation. Pressure drop in turbulent flow. Friction factors for smooth and rough pipes. Fanning chart. Minor losses; Characteristic constant and equivalent length. Non-circular section pipes. Calculation of the power required for the fluid. Simple net flow analysis.
- 5.- Compressible flow. The speed of sound. Adiabatic and isothermal flow. Operation of converging and diverging nozzles. Compressible duct flow with friction.
- 6.- Fluid flow equipment. Ducts and accessories. Valves. Fixed point velocity measurement. Flow-meters: Diaphragms, nozzles and venturimeters, rotameters, other systems of measurement. Liquid pumping apparatus. Classification. Positive-displacement pumps. Centrifugal pumps: Characteristic curves. Suction lift and cavitation. Gas impulsion: fans, blowers, and compressors. Selection criteria.
- 7.- External flow. Flow past immersed objects: flat plates, cylindrical objects. Flow over banks of tubes. Flow through beds of solids. Open-channel flow and partially full duct flow.
- 8.- Settling. Terminal velocity. Batch settling. Free and hindered settling. Continuous settling or thickening. Centrifugal settling. Settling equipment design.

9.- Filtration. Introduction. Constant pressure and constant flow filtration. Compressible and incompressible filter cakes. Filtration equipment design.

10.- Fluidization. Introduction. Minimum and full fluidization velocity. Characteristics and applications of fluidized beds.

11.- Agitation and mixing. Introduction. Equipment for agitation and mixing. Systems with and without impellers. Calculation of the power required for agitation.

## TEACHING METHODS

- M: Lectures, theoretical classes, 30 hours.
- GA: Tutorials, correcting exercises as a group, 20 hours.
- S: Seminars, collaboratively solving case studies, 5 hours.
- GO: Computer Lab, solving complex problems using computer programs, 5 hours.

Fluid Mechanics (FM) is a mandatory subject for the Chemical Engineering undergraduate degree (IQ) and for the Biotechnology (BT) undergraduate degree. Instruction will be carried out according to:

Lectures (M) are given for a single group that includes all the students enrolled in FM, independent of the undergraduate degree. Tutorials (GA) are given as two separate classes, one for IQ and the other for BT. Seminars (S) and Computer Lab (GO) classes will be divided into groups as well (at least one per degree), depending on the number of enrolled students.

## TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	30	5	20		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	10	30		5				

**Legend:** M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups  
 GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups  
 TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

## Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

## Evaluation tools and percentages of final mark

- Exercises, cases or problem sets 40%
- The evaluation will be carried out, in general, by: written exams, test-type exams, completion of practical problems and/or exercises, group work, and presentations. The percentages, depending on the evaluation system, are detailed below. 60%

## ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Final evaluation system: Two midterm exams will take place during the school year. Each midterm exam will have a theoretical part and another one of problem solving. If both midterm exams are passed, the student will not be required to attend the final exam. In order to pass each midterm exam, the student must obtain a minimum mark of 5.0/10 overall and at least a 3.5/10 in each section of the exam.

Continuous assessment system: The continuous assessment may take into account the following tasks:

- Correction of exercises, solving of practical cases, and presentation of both exercises and case studies in seminars.
- Carrying out and presenting a maximum of two theoretical assignment, which may require an oral presentation.

Final Evaluation:

If a student wishes not to be evaluated by continuous assessment, he or she must present a document of resignation to the professor in charge of the course within the first 9 weeks of the academic year. In this case, the final written exam will count towards 100% of the final mark. The aforementioned minimum marks in order to pass an exam will still apply.

## EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Evaluation criteria for the extraordinary call of the term:

In cases where the student has achieved a positive performance record throughout the year, the following mark breakdown will be applied:

- Final written exam of the subject: 60%
  - Marks from continuous assessment: 40%
- In all other cases, the final written exam will count towards 100% of the final mark.

## **MANDATORY MATERIALS**

## **BIBLIOGRAPHY**

### **Basic bibliography**

McCabe, W.L. Smith, J.C. y Harriot, P; Unit Operations of Chemical Engineering; Mc Graw Hill, Singapore, 2005.  
Levenspiel, O.; Engineering Flow and Heat Exchange; Plenum Press, New York, 1998.  
White, F.M.; Fluid Mechanics; Mc Graw Hill, New York, 1979.  
Calleja, G., García, F., de Lucas, A., Prats, D., Rodríguez, J.M.; Introducción a la Ingeniería Química; Síntesis, Madrid, 1999. (Spanish)

### **Detailed bibliography**

Coulson, J.M., Richardson, J.F., Backhurst, J.R., and Harker, J.H.; Chemical Engineering; Volume I: Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer, Woburn, Ma, 1999.  
Coulson, J.M., Richardson, J.F., Backhurst, J.R., and Harker, J.H.; Chemical Engineering; Volume II: Basic Operations, Butterworth-Heinemann, Woburn, Ma, 1999.  
Costa, E. et al.; Ingeniería Química: 3. Flujo de fluidos, Alhambra, Madrid, 1983. (Spanish)

### **Journals**

### **Web sites of interest**

## **OBSERVATIONS**

During the evaluation tests it is not allowed to use books, notes or notebooks, as well as any kind of mobile phone, computer or electronic devices. Only didactic material, devices or computer authorized by the teaching team may be used. If unethical or dishonest behaviour is detected the protocol dealing with academic ethics and prevention of fraudulent and dishonest behaviour in evaluation test and academic assessments in the UPV/EHU will be applied.

If any students cannot carry out the assessment in the terms described above due to sanitary conditions, they will have to follow the assessment guidelines issued by the Rectorate at the time of sitting the exam.



**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GBIOTE30 - Grado en Biotecnología**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26714 - Genética

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura de Genética es la primera materia relacionada con el estudio de la transmisión de caracteres biológicos que se cursa en los Grados de Biología, Bioquímica y Biología Molecular, y Biotecnología. Por ello, en ésta asignatura se presentan los contenidos básicos de la herencia genética: los tipos de transmisión hereditaria que se conocen, así como las metodologías de análisis que se aplican en los diferentes tipos de organismos.

La asignatura se centra mayoritariamente en el análisis genético de organismos eucariotas, en donde se trabajan los fundamentos de la herencia mendeliana y otras situaciones más complejas que alteran la relación genotipo/fenotipo; se analizan también los efectos que pueden ocasionar los cambios en la secuencia génica y en la estructura y número de cromosomas, las bases de la mejora genética en animales y plantas, y los aspectos generales de la Genética de Poblaciones. De forma menos exhaustiva, se estudian los mecanismos de transferencia de información genética en bacterias y en virus, y sus efectos evolutivos y sanitarios.

Se trabajan también procedimientos para la resolución de casos prácticos, utilizando ejemplos de caracteres heredables, reales o ficticios, en diferentes especies de eucariotas, incluida la especie humana.

La asignatura utiliza diversos recursos formativos que se llevan a cabo en equipo, los cuales facilitan el aprendizaje autónomo, estimulan el interés por la materia, promueven la responsabilidad individual en el trabajo cooperativo, desarrollan la capacidad de comunicación verbal y escrita y fomentan el pensamiento crítico y el razonamiento.

Para cursar esta asignatura, no se requieren conocimientos previos en Genética, pero es conveniente haber cursado Biología en Bachillerato y tener un dominio básico de algunas materias de 1er curso de los grados en Biociencias (asignaturas como Biología Celular y Bioquímica), y del cálculo de probabilidades trabajado en Bioestadística, además de en Matemáticas de Bachillerato.

Dado su carácter básico, los contenidos de esta materia resultan fundamentales para avanzar en las asignaturas obligatorias y/o optativas del área de Genética y en las materias de otras áreas afines que participan en los Grados de Biociencias, como Biología Molecular, Biología Celular, Antropología o Microbiología.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Al finalizar con éxito esta materia, los estudiantes:

1. Comprenden los principios básicos de la herencia y los aplican para la resolución correcta de casos sencillos de transmisión de caracteres.
2. Conocen la influencia que para la herencia tiene la existencia de genes físicamente ligados, el efecto de múltiples genes implicados en el mismo carácter y del ambiente sobre la expresión fenotípica, y son capaces de reconocer y de interpretar razonadamente caracteres biológicos que muestran formas de transmisión complejas.
3. Entienden los mecanismos moleculares implicados en los cambios genéticos y epigenéticos y reconocen sus efectos sobre la expresión fenotípica.
4. Identifican factores que influyen en la herencia de caracteres cuantitativos y en la evolución de las poblaciones, y son capaces de predecir de forma básica lo que ocurrirá en caracteres sometidos a fuerzas selectivas o a otros factores evolutivos
5. Resuelven cooperativamente casos sencillos de asesoramiento genético utilizando bases de datos especializadas
6. Planifican, diseñan y ejecutan en equipo trabajos sencillos de investigación que luego presentan en forma de artículo científico.
7. Desarrollan destrezas para el trabajo seguro en el laboratorio y para el correcto manejo de compuestos químicos y agentes biológicos, y de los residuos químicos y biológicos que se generan.
8. Desarrollan de manera crítica conclusiones válidas (razonadas y justificadas) mediante una gestión eficiente e integral de la información adquirida

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS****PROGRAMACIÓN DE LOS CONTENIDOS TEÓRICOS****INTRODUCCIÓN**

Tema 1.- Introducción histórica. Definición de Genética. Partes de la Genética. Conceptos básicos.

**DIVISIÓN CELULAR, MENDELISMO Y TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA**

Tema 2.- Topografía de los cromosomas y División Celular. Mitosis y ciclo celular. Meiosis y reproducción sexual.

Tema 3.- Principios básicos de la herencia de un único gen. Herencia mendeliana. El método experimental de Mendel. Cruce monohíbrido: principio de segregación alélica equivalente. Dominancia y recesividad. El cruzamiento de prueba y su importancia. Probabilidad y eventos genéticos. Análisis de pedigríes.

Tema 4.- Principios básicos de la herencia de varios genes independientes. Principio de la segregación independiente. Cruce dihíbrido y polihíbrido. El cruzamiento de prueba con varios genes. Evaluación de los datos genéticos: análisis de Chi cuadrado. Teoría cromosómica de la herencia

#### MODIFICACIONES AL MENDELISMO: EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN DEL GEN EN EL CROMOSOMA

Tema 5.- Genes situados en cromosomas sexuales: Ligamiento al sexo. Análisis de pedigrís. Determinación génica y diferenciación sexual. Otras situaciones: genes situados en mitocondrias y cloroplastos.

Tema 6.- La herencia de genes ligados. Ligamiento completo o parcial de genes situados en el mismo cromosoma. Recombinación meiótica y mapeo genético. El mapeo de tres puntos. Interferencia y coeficiente de coincidencia.

#### MODIFICACIONES AL MENDELISMO: INTERACCIÓN Y VARIACIÓN EN LA EXPRESIÓN FENOTÍPICA

Tema 7.- Interacción alélica y génica. Interacción alélica: dominancia completa, dominancia parcial y codominancia. Alelismo múltiple y alelos letales. Pleiotropía. Interacción génica: epistasias, nuevos fenotipos, otras modificaciones. Análisis de complementación.

Tema 8.- Variación de la expresión fenotípica. Penetrancia y expresividad. Influencia del fondo genético e influencia del ambiente. Epigenética: Impronta, inactivación del cromosoma X. Herencia influida y herencia limitada por el sexo.

Tema 9.- Genética Cuantitativa. Herencia poligénica. Métodos estadísticos para el análisis de características cuantitativas. Heredabilidad y métodos de estimación.

#### ALTERACIONES CROMOSÓMICAS EN EUCARIOTAS

Tema 10.- Cambios en la estructura de los cromosomas. Mecanismos y tipos. (a) Deleciones (b) Duplicaciones (c) Inversiones pericéntricas y paracéntricas (d) Translocaciones

Tema 11.- Cambios en el número de cromosomas. (a) Euploidía: monoploides, diploides, poliploides. Autopoliploidía y alopoliploidía. (b) Aneuploidía: Nulisomías, monosomías y trisomías. (c) Aneuploides somáticos: mosaicismo vs quimerismo.

#### GENÉTICA DE POBLACIONES

Tema 12.- Genética de Poblaciones. Frecuencias alélicas y genotípicas. Equilibrio de Hardy-Weinberg. Prueba del equilibrio. Cruces no aleatorios: consanguinidad. Procesos que cambian las frecuencias génicas. Mutación. Migración. Deriva genética: efecto fundador y cuellos de botella. Selección natural, fitness y alteración de frecuencias alélicas.

#### ANÁLISIS GENÉTICO EN BACTERIAS

Tema 13.-Recombinación en Bacterias. Mecanismos de transferencia genética: (a) Conjugación: Cepas F+ y Hfr. Factores F' y sexducción. (b) Transformación: fases. (c) Transducción generalizada y especializada. Mapas genéticos en bacterias. Recombinación en bacteriófagos y mapas genéticos en virus.

#### PROGRAMACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO (P) Y SEMINARIOS (S)

P1- Observación y análisis del cariotipo humano

S1- Un caso práctico de asesoramiento genético

P2- Identificación de mutantes en Drosophila

S2- Diseño experimental en Drosophila para determinar la herencia de dos caracteres fenotípicos

P3- Cruzamientos dirigidos en Drosophila y análisis fenotípico de la descendencia

#### METODOLOGÍA

La asignatura utiliza 4 modalidades docentes presenciales (clases magistrales, prácticas de aula, prácticas de laboratorio y seminarios) en las que se desarrollan diversas actividades.

- En las clases magistrales se trabajan conceptos teóricos fundamentales de la Genética y su aplicación a la resolución de casos prácticos de transmisión de caracteres con variación cualitativa y cuantitativa, y en su aplicación a la resolución de problemas.

- En las clases de seminarios, prácticas de laboratorio y prácticas de aula se inicia al estudiante en las bases del asesoramiento genético y en los principios de la experimentación (elaboración de hipótesis, diseño experimental, ejecución del experimento, obtención, tratamiento y análisis de resultados, discusión y conclusiones y elaboración de artículos científicos). Estas actividades se realizan en grupos de 4 personas cuya composición se mantiene para todo el curso.

El equipo docente está plenamente coordinado en cuanto a los tipos de actividades que se realizan y a los horarios de las diferentes actividades, tanto entre grupos de la misma materia como entre asignaturas del mismo curso.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5	5	15					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	55	15	15	5					

**Leyenda:** M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula  
GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas  
TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 20%
- Prueba tipo test 20%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 20%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 40%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

El sistema de evaluación continua incluye la evaluación de actividades formativas realizadas en equipo y una prueba individual final, en forma de examen.

1) Las pruebas escritas realizadas en equipo incluyen la resolución de problemas teóricos y prácticos y la realización de memorias relacionadas con las sesiones de laboratorio y de seminario (40% de la nota global). La evaluación de las actividades grupales será individualizada en función del nivel de compromiso y de la implicación personal con el trabajo grupal realizado. Para aprobar la asignatura, se exige una participación mínima en las actividades grupales del 80% y una nota mínima de 5.

2) La prueba final escrita, cuya evaluación constituye el 60% de la nota global de la asignatura, consta de preguntas de test, preguntas cortas y dos problemas. Para que la asignatura pueda ser aprobada, se requiere un mínimo de 4,0 puntos (sobre 10) en cada uno de los apartados

En el caso de evaluación continua, el alumnado podrá renunciar a la convocatoria en un plazo que, como mínimo, será hasta un mes antes de la fecha de finalización del período docente de la asignatura. Esta renuncia deberá presentarse por escrito ante el profesorado responsable de la asignatura. No obstante, por cuestiones de organización de las actividades docentes, se recomienda declarar la intención de renunciar a la evaluación continua antes de que hayan transcurrido 3 semanas de docencia.

Durante el desarrollo de la prueba final quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Solo se permite llevar calculadora. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

Para el alumnado sujeto a evaluación continua o final, bastará con no presentarse a la prueba final para que la calificación final de la asignatura sea <<No presentado/a>>.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria extraordinaria, el carácter de la prueba de evaluación final y el sistema de evaluación serán similares a los de la convocatoria ordinaria.

Se conservan los resultados positivos de la evaluación continua obtenidos por el alumnado durante el curso. En caso de resultados negativos en la evaluación continua, la prueba de evaluación final constituirá el 100% de la calificación de la asignatura.

Durante el desarrollo de la prueba final quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Solo se permite llevar calculadora. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

La no presentación a dicha prueba supondrá la renuncia a la convocatoria de evaluación y constará como un <<No presentado/a>>.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

El profesorado facilitará a los estudiantes el siguiente material:

ESQUEMAS DE TEORÍA Y COLECCIÓN DE FIGURAS para facilitar el seguimiento de las clases sobre contenidos teóricos.

COLECCIÓN DE PROBLEMAS: esta colección será el material básico para el aprendizaje de la resolución de casos; se

utilizará en el aula durante clases magistrales y se deberá utilizar por el estudiante como material para el trabajo personal. PROTOCOLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO: se incluyen los objetivos de cada actividad, su fundamento teórico, el desarrollo técnico de las mismas y algunas preguntas a las que cada alumno y alumna debe responder durante o tras la finalización de la práctica correspondiente. Es obligada la lectura del protocolo antes de la realización de la correspondiente práctica.

PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS SEMINARIOS: se incluyen los objetivos de cada actividad y la documentación necesaria para poder llevarla a cabo.

Toda esta documentación estará disponible por los estudiantes en el aula virtual de la asignatura, con la suficiente antelación.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

- BENITO C (2013) Genética. Conceptos esenciales. Editorial Panamericana(978-84-9835-407-2)
- BROOKER RJ (2017) Genetics. Analysis & Principles. 6/e. McGraw Hill (978-1259921650)
- GRIFFITHS AJF, WESSLER SR, LEWONTIN RC, CARROLL SB. (2008) Genética. 9ª edición. McGraw-Hill-Interamericana (978-8448160913)
- GRIFFITHS AJF, WESSLER SR, CARROLL SB, DOEBLEY J (2015) An introduction to genetic analysis. 11/e. FREEMAN AND CO (978-1429229432)
- HARTL DL, JONES EW (2017) Genetics. Analysis of Genes and Genomes. Jones and Bartlett Publishers 9/e. (978-1449635962)
- HARTWELL L, GOLDBERG L, FISCHER JA, HOOD L, AQUADRO CF (2017) Genetics. From Genes to Genomes. 6th edition. McGraw-Hill (978-0073525310)
- KLUG WS, CUMMNINGS MR, SPENCER CA, PALLADINO MA (2014) Conceptos de Genética 11/e. Pearson (978-0321948915)
- KLUG WS, CUMMNINGS MR, SPENCER CA, PALLADINO MA. KILLIAN D (2019) Concepts of Genetics (978-1292265322)
- PIERCE BA (2020) Genetics: A Conceptual Approach. Freeman & Company. 7/e
- PIERCE BA (2016) Genética. Un enfoque conceptual. Editorial Panamericana 5ª edición
- PIERCE BA (2021) Genetics Essentials. Concept and Connections. 5/e. MacMillan 9781319383367
- PIERCE BA (2011) Fundamentos de Genética. Conceptos y relaciones. Editorial Panamericana

### Bibliografía de profundización

#### BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE PROBLEMAS

- BENITO JIMENEZ, C. (1997) 360 Problemas resueltos paso a paso. Ed. Síntesis
- CONKITE, D. (2008) A problem-based guide to Basic Genetics. Ed. Thomson.
- MENSUA J. L. (2003) Genética. Problemas y ejercicios resueltos. Ed Pearson
- STANSFIELD, W.D. (1984) Genética. Teoría y 440 problemas resueltos. Ed. MacGraw-Hill (2ª edición)
- VISERAS ALARCON, E. (1990) Problemas resueltos de Genética General. Ed. Universidad de Granada.

### Revistas

Nature Review Genetics  
Nature  
Science  
Elhuyar (<http://aldizkaria.elhuyar.org/>)

### Direcciones de internet de interés

<https://ocw.ehu.eus/course/view.php?id=397>  
<https://www.ucm.es/genetica1/apuntes-de-genetica>  
[www.segenetica.es/docencia.php](http://www.segenetica.es/docencia.php)  
[www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=omim](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=omim)  
[www.biologia.arizona.edu/mendel/mendel.html](http://www.biologia.arizona.edu/mendel/mendel.html)  
[www.genome.gov/sglossary.cfm](http://www.genome.gov/sglossary.cfm)  
[teknopolis.elhuyar.org/](http://teknopolis.elhuyar.org/)  
[www.zientzia.eus/](http://www.zientzia.eus/)

## OBSERVACIONES

<https://ocw.ehu.eus/course/view.php?id=397>  
<https://www.ucm.es/genetica1/apuntes-de-genetica>  
[www.segenetica.es/docencia.php](http://www.segenetica.es/docencia.php)  
[www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=omim](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=omim)

[www.biologia.arizona.edu/mendel/mendel.html](http://www.biologia.arizona.edu/mendel/mendel.html)  
[www.genome.gov/sglossary.cfm](http://www.genome.gov/sglossary.cfm)  
[teknopolis.elhuyar.org/](http://teknopolis.elhuyar.org/)  
[www.zientzia.eus/](http://www.zientzia.eus/)

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GBIOTE30 - Grado en Biotecnología**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

25266 - Inmunología

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Esta asignatura está relacionada con la Microbiología, la Biología celular, la Genética y la Bioquímica por lo que los alumnos deberían tener algunos conocimientos previos de Biología Celular, Genética, Bioquímica y Microbiología.

Con esta asignatura se desarrolla la formación teórica y práctica necesaria para comprender los procesos biológicos relacionados con el sistema inmune, los mecanismos de enfermedad y protección que este sistema origina a nivel molecular, celular, tisular y de órganos. También capacita para aplicar los conocimientos adquiridos y las competencias desarrolladas en el trabajo experimental de los laboratorios de investigación, la Industria Bioquímica y Biotecnológica y la Educación.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

1. Conocer y comprender la estructura y el funcionamiento del sistema inmune a nivel molecular, celular, tisular y de órganos.
2. Conocer los mecanismos inmunológicos básicos a nivel molecular y celular relacionados con la inmunopatología.
3. Realizar e interpretar técnicas básicas de detección de la respuesta inmune.
4. Valorar la aplicación de distintas técnicas inmunológicas en el laboratorio de diagnóstico clínico o de investigación.
5. Desarrollar hábitos de reflexión, análisis e interpretación, que permitan aplicar los conocimientos a la resolución de las actividades planteadas en seminarios.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

Temario:

- Introducción al Sistema inmunitario.

Mecanismos de defensa natural y adquirida. Características de la respuesta inmune: especificidad, memoria y dualidad.

- El sistema inmunitario I.

Células del sistema inmune: marcadores de membrana; poblaciones funcionales y fenotípicas. Tejidos primarios y secundarios. Circulación y colonización leucocitaria. Moléculas de adhesión. Citocinas

- Activadores del sistema inmune.

Inmunogenicidad. Factores de inmunogenicidad. Antígeno. Antígeno T-dependiente. Antígeno T-independiente: T1 y T2. Valencia antigénica. Hapteno. Mitógenos. Superantígenos.

- Sistema del complemento.

Estructura y función. Vías de activación.

- Mecanismos efectores innatos.

Barreras físico-químicas. Consecuencias de la activación del complemento. Fagocitosis. La inflamación. La respuesta de fase aguda. Las células NK.

- Moléculas que interaccionan con el antígeno I: BCR, TCR e inmunoglobulinas secretadas

El receptor de los linfocitos B e inmunoglobulinas secretadas: estructura; variabilidad, relación estructura-función; propiedades principales de las diferentes inmunoglobulinas. Unión Ag-Ac: fuerzas de unión, afinidad, avidéz. El receptor de los linfocitos T: estructura, variabilidad.

- Generación de diversidad de BCR y TCR:

Mecanismos de generación de diversidad de las inmunoglobulinas: diversidad natural y diversidad inducida. Mecanismos de diversidad natural: genes de las inmunoglobulinas: organización genómica y reordenamiento del ADN. Secuencia en el reordenamiento del ADN. Exclusión alélica. Coexpresión de IgM e IgD. Mecanismos de diversidad inducida: Concepto de selección clonal. Mutación somática. Expresión de las diferentes clases y subclases de las inmunoglobulinas: Cambio de



clase.

Mecanismos de generación de diversidad del receptor de los linfocitos T. Genes del receptor TCR: organización genómica y reordenamiento del ADN. Secuencia en el reordenamiento del ADN. Exclusión alélica.

- Moléculas que interaccionan con el antígeno II.

Antígenos principales de histocompatibilidad; estructura, variabilidad y funciones; genes del C.P.H.; diversidad del C.P.H.

- Activación de los linfocitos T

Reconocimiento por los linfocitos T: células presentadoras; procesamiento y presentación. Asociación de los péptidos con los antígenos de C.P.H. Superantígenos.

Activación de los linfocitos T cooperadores: señales requeridas. Subpoblaciones de células T cooperadoras. Activación de células T citotóxicas vírgenes. Linfocitos T de memoria.

- Activación de los linfocitos B.

Respuesta humoral frente a antígenos T-dependientes: cooperación celular T-B. Activación celular: señales requeridas. Cambio de clase y mutación somática. Diferenciación celular: células plasmáticas y linfocitos B de memoria. Respuesta humoral frente a antígenos T-independientes.

- Mecanismos efectores adquiridos.

Las funciones efectoras de los anticuerpos: neutralización, activación del complemento, opsonización, ADCC. Funciones efectoras de los linfocitos T. Activación de los macrófagos por las citocinas de los linfocitos Th1. El granuloma. Los linfocitos T citotóxicos.

- Respuesta inmune primaria y secundaria.

Células vírgenes y de memoria: características. Respuesta primaria y secundaria. Diferencias entre antígenos T-independientes y T-dependientes.

- Regulación de la respuesta inmune y desarrollo de autotolerancia

Regulación por el antígeno; por anticuerpos. Regulación por células; por citocinas. Regulación neuroendocrina.

Regulación genética. Mecanismos centrales y periféricos de autotolerancia.

- El tejido linfoide asociado a piel y mucosas.

Distribución, estructura y características del MALT. Respuesta local y sistémica. Tolerancia oral. Tejido linfoide asociado a piel.

- Infección e Inmunidad

Mecanismos efectores de defensa frente a microorganismos extracelulares, intracelulares facultativos e intracelulares obligados.

- Inmunización. Inmunoterapia e Inmunoprofilaxis

Inmunización: Base inmunológica y principios generales. Aplicación de la inmunización en el tratamiento y prevención de la enfermedad infecciosa. Tipos de vacunas.

- Enfermedades de base inmunológica: inmunopatología I

Reacciones de Hipersensibilidad: clasificación y mecanismos de daño tisular.

- Enfermedades de base inmunológica: inmunopatología II

Autoinmunidad. Inmunodeficiencias congénitas y adquiridas.

- Cáncer e inmunidad

Vigilancia inmunitaria. Antígenos tumorales. Respuesta inmune frente a tumores. Mecanismos de escape de los tumores.

- Trasplante e inmunidad

Antígenos de histocompatibilidad mayores y menores. Barreras para el trasplante. Reacción de huésped contra injertos. Reacción injerto-frente a huésped. Características de la terapia inmunosupresoras.

- Técnicas inmunológicas Detección de la respuesta inmune.

## **METODOLOGÍA**

Metodología.

Clases magistrales: en las que se tratarán los fundamentos teóricos de la asignatura y se trabajarán las competencias 1, 2 y 4.

Seminarios: en las que se trabajaran diferentes ejercicios teórico-prácticos y aplicados para profundizar los conocimientos impartidos en las clases magistrales. Se trabajarán las competencias 1, 2, 4 y 5.

Tutorías: Resolución de dudas de manera personalizada a petición de los alumnos

Prácticas de laboratorio: donde se trabajarán las competencias 3, 4 y 5

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	40	6		14					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	80	10							

**Leyenda:** M: Magistral

GL: P. Laboratorio

TA: Taller

S: Seminario

GO: P. Ordenador

TI: Taller Ind.

GA: P. de Aula

GCL: P. Clínicas

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba tipo test 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 15%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 25%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación del alumno se realizará mediante un sistema continuo de evaluación:

- Actividades de seminarios: La evaluación obtenida supone el 25% de la nota final. Se evaluarán como hitos la realización de las actividades propuestas, documentos solicitados entregados, actividad de grupos e individual. Esta nota se tendrá en cuenta siempre y cuando se apruebe el examen final.
- Examen práctico: se realiza después de realizar las prácticas de laboratorio. La nota obtenida supone el 15% de la nota final, siempre y cuando se apruebe el examen final.
- Examen final: examen test de 60 preguntas de respuesta múltiple con 4 opciones de las que una sola es correcta. Las respuestas correctas valen 1 punto, las no contestadas 0 puntos y las incorrectas -1/3 punto. El porcentaje sobre la nota final que corresponde a esta prueba es del 60%. Para aprobar la asignatura y computar la nota de prácticas y la de actividades de seminarios se debe aprobar este examen.

Para aquellos alumnos que renuncien por escrito a este sistema continuo de evaluación antes de que hayan finalizado las 9 primeras semanas del periodo docente del cuatrimestre, se realizará una evaluación final consistente en un examen teórico final (test), un análisis de un caso clínico y un examen práctico que contribuirán con un 60%, 25% y un 15% respectivamente a la nota final.

Para el alumnado, sujeto tanto a evaluación continua como final, bastará con no presentarse a la prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Se realizará una evaluación extraordinaria consistente en un examen teórico final tipo test similar al de la convocatoria ordinaria, un análisis de caso clínico y un examen práctico que contribuirán con un 60%, 25% y un 15% respectivamente a la nota final.

En el caso que durante el curso se hayan aprobado el examen práctico y los seminarios, y si así lo solicitan los alumnos, su nota se mantendrá en esta convocatoria extraordinaria, siempre y cuando se apruebe el examen test de esta convocatoria.

Para el alumnado, sujeto tanto a evaluación continua como final, bastará con no presentarse a la prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Ante cualquier caso de práctica deshonestas o fraudulentas se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

## **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

Libro texto, ordenador, bata.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Bibliografía básica**

INMUNOLOGIA CELULAR Y MOLECULAR. Abul K. Abbas, Andrew H. Lichtman, Shiv Pillai. Ed. Elsevier España S.A., 10ª edición, 2022

INMUNOLOGIA BASICA. Abul K. Abbas, Andrew H. Lichtman, Shiv Pillai. Ed. Elsevier, 7ª edición, 2024

INMUNOLOGIA. BIOLOGIA Y PATOLOGIA DEL SISTEMA INMUNE. J. R. Regueiro, C. López Larrea, S Gonzalez Rodriguez, E. Martínez Naves 5º Ed (revisada). Panamericana, 2022

### **Bibliografía de profundización**

INMUNOLOGIA Male, D. Stokes Peebles R., Male V. Elsevier 9ª Ed. 2021

KUBY INMUNOLOGIA Punt J., Owen J., Jones P., Owen J. 8ª Ed. 2020

### **Revistas**

- Annual Review of Immunology
- Nature Reviews Immunology
- Nature Immunology
- Immunological Reviews
- Immunity
- Trends in Immunology
- Current Opinion in Immunology

### **Direcciones de internet de interés**

Frontiers in Immunology: <http://journal.frontiersin.org/journal/immunology>

Nature Reviews in Immunology: <http://www.nature.com/nri/index.html>

Annual Review in Immunology: <http://www.annualreviews.org/journal/immunol>

Current Opinion in Immunology: <http://www.journals.elsevier.com/current-opinion-in-immunology/>  
<http://www.roitt.com/>

<http://www.whfreeman.com/kuby/>

<http://post.queensu.ca/~forsdyke/theorimm.htm>

<http://www.bio.davidson.edu/courses/immunology/Bio307.html>

[http://www.cellsalive.com/toc\\_immun.htm](http://www.cellsalive.com/toc_immun.htm)

<http://www.immunologylink.com/>

<http://www.inmunologia.org/home.php>

<http://www.inmunologiaenlinea.es/>

<http://www.ugr.es/~inmuno/Licenciaturas/enlaces.htm>

<http://www.upch.edu.pe/facien/facien2011/fc/dmicro/inmuno/ENLACEINMUNO.htm>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez>

<http://www.seaic.org/>

<http://www.seicap.es/>

## **OBSERVACIONES**

En caso de que la situación socio-sanitaria, derivada de la pandemia COVID-19, dificultara o impidiera el desarrollo de la docencia presencial, ésta pasaría a impartirse on-line utilizando la plataforma que disponga la Institución junto con recursos digitales de libre acceso disponibles en la web. En estas circunstancias, la evaluación también se realizaría on-line, manteniendo las herramientas y porcentajes de calificación indicados en el apartado correspondiente.

**ASIGNATURA**

25979 - Mecánica de Fluidos

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

El curso de Mecánica de Fluidos se imparte simultáneamente a los alumnos del grado de Ingeniería Química y de Biotecnología. Tanto en una titulación como en otra, el objetivo es mostrar los conceptos y fundamentos de las leyes físicas que rigen el flujo de fluidos. Sobre esta base, se capacitará al alumno para el entendimiento y control de las operaciones unitarias con fluidos. Durante el curso se diferenciarán aquellas operaciones destinadas al transporte de fluidos por conducciones (flujo interno), de aquellas que tienen que ver con el flujo de fluidos alrededor de cuerpos sumergidos (flujo externo).

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA****COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:**

1. Conocer los principios fundamentales de la física para la descripción del flujo de fluidos en conducciones mediante: el empleo de variables características (análisis dimensional) y definición de balances de materia, energía y cantidad de movimiento.
2. Aplicar los principios fundamentales del transporte de cantidad de movimiento al diseño y cálculo de conducciones: pérdida de carga, dimensionamiento de conducciones y dispositivos impulsores (bombas).
3. Plantear los principios fundamentales de la física para describir el flujo externo de fluidos en situaciones, tales como: Circulación en lechos de partículas y flujo en canales abiertos.
4. Aplicar los principios fundamentales del transporte de propiedad al diseño de operaciones unitarias basadas en la transferencia de cantidad de movimiento: Sedimentación, Filtración. Fluidización, Agitación y Mezcla de fluidos.

**COMPETENCIAS TRANSVERSALES:**

1. Utilizar las TICs aplicadas al aprendizaje a nivel avanzado, y manejar de forma básica las fuentes de información y bases de datos específicas de las materias del módulo, así como herramientas ofimáticas de apoyo a las presentaciones orales.
2. Comunicar y transmitir, básicamente, por escrito y de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos.
3. Resolver problemas de las materias comunes de la rama industrial, planteados con criterios de calidad y ética.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

- 1.- Análisis dimensional y teoría de la semejanza. Objetivo y principios del análisis dimensional. Métodos de análisis dimensional: método de Rayleigh y método de Buckingham. Principios de la semejanza. Criterios de semejanza y módulos adimensionales.
- 2.- Introducción al flujo de fluidos. Definición de fluido. Clasificación y propiedades de los fluidos. Fluidos no newtonianos: Plásticos de Bingham, fluidos de ley de potencia y plásticos generales. Tipos de flujo y sus características. Concepto de viscosidad. Flujo perfecto o ideal y flujo viscoso. Capa límite. Presión: definiciones y medida. Velocidad: definiciones y medida.
- 3.- Ecuaciones básicas en el flujo de fluidos. Ecuaciones de conservación para flujo de fluidos. Conservación de la materia: Ecuación de continuidad. Conservación de la energía total y de la energía mecánica: Ecuación de Bernoulli. Conservación de cantidad de movimiento.
- 4.- Flujo interno. Perfil de velocidad en régimen laminar y turbulento. Rozamiento entre sólidos y fluidos. Pérdida de carga en régimen laminar: Ecuación de Poiseuille. Pérdida de carga en régimen turbulento. Factores de rozamiento para tubos de paredes lisas y rugosas. Gráfica de Fanning. Pérdidas menores: Constante característica y longitud equivalente. Tubos de sección no circular. Cálculo de la potencia necesaria para el flujo. Análisis de redes simples de flujo.
- 5.- Flujo compresible. Velocidad del sonido. Flujo isoterma y adiabático. Toberas convergentes y divergentes. Flujo compresible en conductos con fricción.
- 6.- Equipo para el flujo de fluidos. Conducciones y accesorios. Válvulas. Medida de velocidad puntual. Medida de caudal: Diafragmas, boquillas y venturímetros, rotámetros, otros sistemas de medida. Aparatos para la impulsión de líquidos. Clasificación. Bombas de desplazamiento positivo. Bombas centrífugas: Curvas características. Cavitación y carga neta positiva de aspiración. Impulsión de gases: ventiladores, soplantes y compresores. Criterios de selección.
- 7.- Flujo externo Flujo externo de cuerpos sumergidos: placas planas, cuerpos cilíndricos. Flujo sobre bloque de tubos. Flujo de fluidos a través de lechos porosos. Flujo en canales abiertos y en conducciones parcialmente llenas.
- 8.- Sedimentación. Velocidad terminal. Sedimentación intermitente o por cargas. Sedimentación libre e impedida. Sedimentación o espesamiento continuo. Sedimentación centrífuga. Diseño de equipos de sedimentación.

9.- Filtración. Introducción. Filtración a presión constante y a caudal constante. Tortas compresibles e incompresibles. Diseño de equipos de filtración.

10.- Fluidización. Introducción. Velocidad mínima de fluidización. Velocidad de arrastre. Características y aplicaciones del lecho fluidizado.

11.- Agitación y mezcla. Introducción. Equipo para la agitación y mezcla. Sistemas con y sin deflectores. Cálculo de la potencia necesaria para la agitación.

## METODOLOGÍA

- M: Clases teóricas, 30 horas
- GA: Prácticas de aula, 20 horas
- S: Clases de seminario, 5 horas
- GO: Clases de ordenador, 5 horas

La asignatura de Mecánica de Fluidos(MF) es obligatoria en los planes de Grado en Ingeniería Química (IQ) y Grado en Biotecnología (BT). La docencia correspondiente se realizará según las siguientes características generales:

Las clases M se imparten para un sólo grupo que incluye a todos los alumnas y alumnos matriculados en MF independientemente del grado. Las clases GA se imparten para 2 grupos uno para IQ y otro para BT. Para las clases de GO y de S se constituirán también grupos (al menos uno por grado) dependiendo del número de alumnos matriculados.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	20		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	10	30		5				

**Leyenda:** M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 40%
- La evaluación se realizará, en general, a través de exámenes escritos, exámenes tipo test, realización de ejercicios o problemas prácticos, trabajos en equipo y exposición de trabajos. Los porcentajes dependiendo del sistema de evaluación se indican a continuación. 60%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La calificación de alumno será el resultado de la consideración de: nota de exámenes (Ex, 60%) y nota de seguimiento de curso (SC, 40%).

>> Nota de exámenes: Se realizarán durante el curso dos pruebas parciales escritas con parte teórica y práctica. La superación de las dos pruebas parciales (PP) exime de la obligatoriedad de realizar el examen final. La superación de las PP requiere una media superior a 5 puntos y superior a 3.5 en cada una de las partes y será la nota Ex.

Los alumnos que no hayan superado las PP y aquellos que superándolas deseen aumentar la puntuación obtenida podrán realizar el examen final oficial de la asignatura de cuyo resultado se obtendrá la definitiva nota Ex.

>> Nota de seguimiento del curso (SC) a través de 1 ó las 2 actividades siguientes:

- Resolución de problemas y casos prácticos en clases de seminarios y su presentación.
- Realización y presentación de un máximo de dos trabajos teóricos. Pueden requerir exposición oral.

Dentro de las primeras 9 semanas de curso, el alumno podrá solicitar mediante escrito dirigido al profesor de la asignatura su deseo de no realizar SC. En este caso, la calificación será en un 100% el resultado de la nota Ex que obtenga según el procedimiento antes explicado.

Para renunciar a la asignatura, bastará con que el estudiante no se presente al examen final, en cuyo caso la calificación de la asignatura será de no presentado.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En los casos que el alumno o alumna presente un correcto seguimiento del curso con nota SC superior a la nota Ex en convocatoria extraordinaria, se le tendrá en cuenta para la obtención de la nueva calificación, según: nota del examen

escrito (Ex, 60 %), de toda la asignatura, y nota de seguimiento del curso (SC, 40%).

Para el resto de los casos, la nota del examen escrito, de toda la asignatura, contará con un 100 %.

## **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Bibliografía básica**

McCabe, W.L. Smith, J.C. y Harriot, P; Operaciones básicas de ingeniería química; Mc Graw Hill, Madrid 1991.

Levenspiel, O.; Flujo de fluidos e Intercambio de calor; Reverté, Barcelona 1993

White, F.M.; Mecánica de Fluidos; Mc Graw Hill, Madrid 1983.

Calleja, G., García, F., de Lucas, A., Prats, D., Rodríguez, J.M., Introducción a la Ingeniería Química, Síntesis, Madrid, 1999.

### **Bibliografía de profundización**

Coulson, J.M. y Richardson, J.F.; Sinnott, K., Backhurst, J.R., Harker, J.H. y Peacock, D.G.; Ingeniería Química; Tomo II: Operaciones Básicas, Reverté, Barcelona 1993.

Costa, E. et al.; Ingeniería Química: 3. Flujo de fluidos, Alhambra, Madrid, 1983.

### **Revistas**

### **Direcciones de internet de interés**

## **OBSERVACIONES**

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado, salvo que el equipo docente autorice el uso concreto de ciertos dispositivos o material docente. Ante cualquier práctica de este tipo, se aplicará lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

En el caso de que las condiciones sanitarias impidan la realización de la evaluación en los términos descritos con anterioridad, para todo o parte del alumnado matriculado en la asignatura, se atenderán las directrices emitidas por el Rectorado sobre la evaluación en el momento de realizarla.



**ASIGNATURA**

26713 - Microbiología

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La microbiología es una disciplina que pertenece al conjunto de las ciencias de la vida donde se analizan los aspectos teóricos y prácticos básicos de los microorganismos.

Es una asignatura que se encuentra muy relacionada con otras disciplinas del grado de Biotecnología como por ejemplo Bioquímica, Biología celular y Genética.

Se recomienda cursar esta asignatura previamente a otras asignaturas del grado de Biotecnología estrechamente relacionadas, como Inmunología, Microorganismos y Producción industrial, Laboratorio integrado en Biotecnología, Fisiología microbiana, Virología y Biotecnología microbiana.

Las competencias adquiridas resultan esenciales para cualquier desarrollo profesional en los principales ámbitos de ejercicio profesional (investigación, sanidad, industria farmacéutica, agroalimentaria y química, medio ambiente, docencia, etc.).

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA****COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:**

1. Conocer los aspectos teóricos básicos de la microbiología que permitan comprender la importancia de los microorganismos como seres vivos imprescindibles para el mantenimiento de la Biosfera y como herramientas para la solución de problemas que se plantea la humanidad.
2. Analizar la morfología, estructuras, formas de obtención de energía y crecimiento de los procariotas para comprender su comportamiento en la naturaleza.
3. Distinguir bien los conceptos de esterilización, desinfección y antisepsia y sus distintas aplicaciones al control del crecimiento de los microorganismos.
4. Adquirir conocimientos y habilidades técnicas para manipular correctamente muestras, y para detectar, cuantificar e identificar microorganismos.
5. Aprender a trabajar de forma adecuada con microorganismos incluyendo seguridad, manipulación y eliminación de residuos biológicos.

**Se trabajarán las siguientes COMPETENCIAS TRANSVERSALES:**

1. Desarrollar la capacidad de análisis, síntesis, organización y planificación.
2. Desarrollar habilidades en las relaciones interpersonales para el trabajo en equipo.
3. Progresar en el razonamiento crítico.
4. Adquirir herramientas para el aprendizaje autónomo.

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE:**

El alumnado será capaz de argumentar la importancia de los microorganismos, y en particular de los procariotas, y su comportamiento en la naturaleza en base a los conocimientos adquiridos en las clases magistrales sobre sus diferentes estructuras, diversidad metabólica y estrategias de crecimiento. Se evaluará en el examen de la docencia teórica de la asignatura.

El alumnado será capaz de manejar información relacionada con diferentes aspectos de microbiología. El alumnado debe completar la información respecto a algunas estructuras y mecanismos de intercambio de material genético en procariotas, y participar en los ejercicios a desarrollar en el aula relacionados con el metabolismo y el crecimiento

microbiano. Se evaluará bien en el aula durante la realización de los ejercicios o bien en el examen de la docencia teórica de la asignatura.

El alumnado será capaz de seleccionar información relacionada con algún aspecto de microbiología y exponer en público conceptos microbiológicos utilizando términos apropiados. La actividad a realizar consiste en la participación en el trabajo de Seminario. Se evaluará en base a la corrección de la memoria escrita, la presentación oral y la participación activa en el equipo de trabajo.

El alumnado será capaz de detectar, cuantificar e identificar microorganismos en un entorno seguro. Durante la realización de las prácticas de laboratorio el alumnado aprenderá a manipular correctamente muestras, la importancia del orden y la limpieza del espacio de trabajo, la correcta esterilización/desinfección del material, y la adecuada eliminación de residuos. Se evaluará mediante evaluación continua de la actitud en el laboratorio y la realización de un examen.

## CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

### Clases teóricas

Tema 1. Introducción al mundo microbiano.

¿Qué son los microorganismos? Las características generales de los microorganismos. Historia de la microbiología: etapas fundamentales.

Tema 2. Estructura y función de los microorganismos procariotas.

Morfología. Composición de la célula procariota. Envoltas superficiales. Pared celular. Fimbrias y pelos. Flagelos. Movimiento microbiano. La membrana plasmática. Inclusiones celulares. Nucleoide y división celular.

Tema 3. Diversidad nutricional en procariotas.

Química celular y nutrientes. Niveles tróficos según la fuente de energía, el donador de electrones, la fuente de carbono y la necesidad de factores de crecimiento. Relación con el oxígeno molecular.

Tema 4. Introducción al metabolismo de los procariotas.

Esquema general del metabolismo microbiano. Reacciones redox. Transportadores de electrones. Generación de energía. Metabolitos intermediarios.

Tema 5. Quimioorganotrofia.

Metabolismo central. Respiración aerobia y anaerobia. Fermentaciones. Utilización de compuestos orgánicos distintos a los azúcares.

Tema 6. Quimiolitotrofia y fototrofia.

Características generales de los quimiolitotrofos. Tipos de quimiolitotrofos. Fototrofia y fotosíntesis. La fotosíntesis bacteriana: características y tipos. Componentes de los sistemas fotosintéticos. Fotosíntesis oxigénica y anoxigénica.

Tema 7. Asimilación de nitrógeno, azufre y fósforo.

Reducción asimilatoria y disimilatoria. La asimilación del nitrógeno. La asimilación del azufre. La asimilación del fósforo.

Tema 8. Crecimiento de los microorganismos en condiciones controladas.

Crecimiento individual y de poblaciones. Métodos de medida. Curva de crecimiento: fases y parámetros. Crecimiento continuo.

Tema 9. Crecimiento de los microorganismos en la Naturaleza.

Factores ambientales que afectan al crecimiento de los microorganismos. Crecimiento en la naturaleza: agregación, biopelículas y comunicación. Estrategias de supervivencia en condiciones de estrés. La endospora bacteriana.

Tema 10. Cultivo y control de los microorganismos.

Composición, tipos y función de los medios de cultivo. Condiciones de incubación. Control de los microorganismos mediante efectores químicos, físicos y quimioterapéuticos.

Tema 11. Intercambio de material genético en procariotas.

Mecanismos de variabilidad genética en procariotas. Mutación. Recombinación genética. Transformación. Transducción. Conjugación.

### Clases prácticas

1. Niveles de contención.

Instrucciones básicas para trabajar con agentes biológicos en un laboratorio de nivel de contención C2.

2. Medios de cultivo y metabolismo microbiano.

Tipos y composición de medios de cultivo. Función de los medios de cultivo. Interpretación de resultados de crecimiento en medios de cultivo selectivos y diferenciales. Pruebas bioquímicas.

3. Ubicuidad de los microorganismos.

Microorganismos del aire. Microbiota humana. Microorganismos en la naturaleza.

4. Siembra de microorganismos.

Técnicas de siembra en medio sólido. Técnicas de siembra en medio líquido.

5. Observación de microorganismos.

Características macroscópicas de los microorganismos. Características morfológicas de los microorganismos: tinción simple, negativa, Gram, ácido-alcohol resistente (Ziehl Neelsen). Observación in vivo.

6. Observación de estructuras bacterianas.

Tinción de esporas.

7. Cuantificación de microorganismos.

Utilización de diluciones. Siembra en medio sólido.

## METODOLOGÍA

Se utiliza una combinación de métodos docentes que consisten en la lección o clase magistral, como método docente básico, complementada con prácticas de laboratorio, clases prácticas en aula dedicadas a la resolución de problemas, preparación y exposición de trabajos de tipo seminario desarrollados mediante el aprendizaje cooperativo en pequeños grupos y preparación individual por parte del alumnado de aspectos específicos de la asignatura.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5		20					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	52,5	7,5		30					

**Leyenda:** M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba tipo test 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Las directrices de evaluación en esta asignatura se basan en el documento: Normativa reguladora de la Evaluación del alumnado en las titulaciones oficiales de Grado (<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/p43aBOPVWebWar/VerParalelo.do?cd2017001311>).

La evaluación preferente en la convocatoria ordinaria sera de tipo "Evaluación continua".

La evaluación de la docencia teórica (60%, nota mínima 5/10) se realizará mediante un único examen teórico que constará de preguntas de tipo test.

La evaluación de la docencia práctica (30%, nota mínima 5/10) se realizará mediante: 1) evaluación de las destrezas adquiridas, mediante un examen práctico; 2) evaluación de los conceptos aplicados, mediante un cuestionario tipo test; 3)

Informe individual sobre microorganismo.

La evaluación del seminario (10%) se realizará teniendo en cuenta la corrección del contenido del trabajo escrito y la calidad de la presentación y la eficacia en la transmisión de la información.

La evaluación es el resultado final de la suma de las puntuaciones obtenidas en las 3 actividades posibles (examen teórico, prácticas, seminario), siempre que se hayan aprobado las actividades de docencia teórica y docencia práctica. En caso contrario, la calificación máxima de la asignatura será de 4/10.

Evaluación alternativa: evaluación final.

La normativa vigente indica que el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua. El modelo de renuncia a la evaluación continua se encuentra disponible en eGela. El plazo de presentación de la renuncia a la evaluación continua finalizará el último día de clase (según calendario oficial).

La evaluación final se llevará a cabo mediante dos actividades: un examen final, con un valor del 65% sobre la nota final (nota mínima:5/10), y un examen práctico, con un valor del 35% sobre la nota final (nota mínima:5/10).

La evaluación de la docencia teórica y de la docencia práctica se realizará siguiendo los mismos criterios que los descritos en la evaluación continua.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Solo se permite llevar calculadora. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

Renuncia a la convocatoria

Tanto en el caso de la evaluación continua como en la evaluación final bastará con no presentarse a la prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentada o no presentado.

#### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

Quienes no superasen la asignatura en la convocatoria ordinaria tendrán derecho a presentarse a la convocatoria extraordinaria, en la que se conservarán los resultados positivos obtenidos durante el curso en las herramientas de calificación. En caso de no aprobar el seminario en la convocatoria ordinaria, al no ser una actividad recuperable, el alumnado deberá evaluarse mediante evaluación final en la convocatoria extraordinaria.

El alumnado procedente de la evaluación continua será evaluado con las siguientes herramientas y porcentajes: docencia teórica (60%, nota mínima 5/10), docencia práctica (30%, nota mínima 5/10), seminarios (10%).

El alumnado procedente de la evaluación final será evaluado con las siguientes herramientas y porcentajes: docencia teórica (65%, nota mínima 5/10), docencia práctica (35%, nota mínima 5/10).

La evaluación de la docencia teórica y de la docencia práctica se realizará siguiendo los mismos criterios que los descritos en la evaluación continua.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Solo se permite llevar calculadora. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

Renuncia a la convocatoria extraordinaria: la no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente.

#### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

Protocolo de prácticas, bata y rotulador de vidrio

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

Libros recomendados básicos:

- Arregui L.; Calvo, P.; Martín, M.; Patiño, B.; Pérez, B.; Serrano, S.; de Silóniz, M. I.; Vázquez, C. (2014). Microbiología. Cuestiones y casos prácticos resueltos. Editorial Pearson, Madrid. ISBN: 978-84-9035-459-9
- Madigan, M.T.; Bender, K.S.; Buckley, D.H.; Sattley, W.M.; Stahl, D.A. (2020). Brock Biology of microorganisms (16ª ed.). Pearson. ISBN: 978-0-13-487440-1
- Martín, A.; Bejar, V.; Gutiérrez, J.; Llagostera, M.; Quesada, E. (2019). Microbiología esencial (1ª ed.). Editorial Médica Panamericana, Madrid. ISBN: 978-84-9835-786-8
- Tortora, G.J.; Funke, B.R.; Case, C.L. (2017). Introducción a la Microbiología. 12ª Ed.(castellano). Editorial Médica Panamericana, Madrid. ISBN: 978-950-06-9540-4.
- Willey, J.M.; Sandman, K.; Wood, D. (2023). Prescott's Microbiology. 12ª Ed. (inglés). MacGraw-Hill Education. ISBN: 978-12-6512-303-1

### Bibliografía de profundización

#### Revistas

Investigación y Ciencia  
Nature Reviews Microbiology

#### Direcciones de internet de interés

- Acceso a Prescott: [http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072556781/student\\_view0/](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072556781/student_view0/)
- Acceso a diferentes libros on-line: Microtextbook <http://www.microbiologytext.com/>
- The Microbe World: <http://www.microbeworld.org/>
- MicrobeWiki (en estilo wiki muchas cosas interesantes de Microbiología: <http://microbewiki.kenyon.edu/>
- Fotografías de microorganismos de D. Kunkel: <http://www.denniskunkel.com/>
- MicrobiologyBytes. <http://www.microbiologybytes.com/>

## OBSERVACIONES

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GBIOTE30 - Grado en Biotecnología**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26739 - Microorganismos y Producción Industrial

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Esta asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso y se sitúa dentro del módulo denominado Fundamentos Básicos de Biotecnología. En ella se van a aplicar los conceptos y procedimientos básicos de Microbiología en el desarrollo de procesos biotecnológicos, por lo que se recomienda haber cursado con éxito la asignatura Microbiología del primer cuatrimestre. También es conveniente haber superado Biosíntesis de Macromoléculas y su Regulación y Genética porque se hace referencia frecuentemente a conceptos y procesos que se estudian en estas asignaturas. A su vez, la asignatura Microorganismos y Producción Industrial es básica y fundamental para cursar en el tercer curso la asignatura obligatoria Laboratorio Integrado de Biotecnología y la optativa de cuarto curso Biotecnología Microbiana.

Es una asignatura vinculada directamente a la profesión de biotecnología porque gran parte de los procesos biotecnológicos implican células o componentes microbianos. La enorme diversidad y versatilidad de los microorganismos, junto con su rápido crecimiento y fácil manipulación, los convierten en herramientas indispensables en biotecnología, en la producción de alimentos y bebidas, fármacos y vacunas, enzimas, productos químicos, biocombustibles, y también en la mejora de la producción agrícola y en la solución de problemas medioambientales. Las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos en el momento actual son numerosas y muy diversas, pero son solo una pequeña muestra de su enorme potencial, dado que conocemos y somos capaces de cultivar menos del 1 % de los microorganismos existentes. De esta manera, la búsqueda de nuevos microorganismos mediante nuevas metodologías es un reto actual para la Biotecnología y abre la posibilidad de nuevas aplicaciones en todos los campos.

Esta asignatura va dirigida a aquellas etapas del proceso de producción industrial que se desarrollan en el laboratorio, como son la selección y aislamiento de los microorganismos más adecuados para el proceso, su cultivo, mejora, caracterización y conservación. Se dedica una especial atención al análisis del crecimiento microbiano en sistemas discontinuos y en sistemas continuos como el quimiostato. En las clases prácticas se utilizan diversas técnicas de medida del crecimiento para estimar e interpretar comparativamente los parámetros de crecimiento en diferentes situaciones, teniendo como objetivo la optimización del proceso productivo.

La segunda parte de la asignatura está dedicada a presentar una panorámica general de la diversidad microbiana, principalmente de procariotas y hongos. En primer lugar se describe la revolución que ha supuesto la nueva clasificación filogenética de los seres vivos gracias al desarrollo de técnicas moleculares y a la utilización de moléculas como cronómetros evolutivos. Y por último se estudian las características más importantes de los principales microorganismos utilizados en biotecnología, sus aplicaciones presentes y las perspectivas futuras.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Después de cursar con éxito esta asignatura el alumnado será capaz de:

- RA1. Diseñar correctamente procedimientos experimentales para el aislamiento, selección, cultivo, mejora y conservación de microorganismos de interés biotecnológico.
- RA2. Ejecutar correctamente procedimientos experimentales para el aislamiento, selección, cultivo, mejora y conservación de microorganismos de interés biotecnológico.
- RA3. Analizar adecuadamente los parámetros de crecimiento microbiano en cultivo discontinuo y en cultivo continuo.
- RA4. Explicar los mecanismos de acción y de resistencia a los antimicrobianos y las estrategias de búsqueda de nuevos compuestos.
- RA5. Describir con precisión y rigor las características de los principales microorganismos de interés biotecnológico y relacionarlas con sus aplicaciones presentes y futuras.
- RA6. Crear informes debidamente fundamentados sobre diseño de protocolos y resultados de experimentos de laboratorio.
- RA7. Transmitir ideas con claridad y conocimiento sobre los microorganismos y la producción industrial.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS****PROGRAMA TEÓRICO**

1. Introducción. Desarrollo histórico. Productos microbianos. Etapas de un proceso de producción.
2. Aislamiento y selección de microorganismos de interés industrial. Microorganismos utilizados en la industria. Criterios de selección. Cultivos de enriquecimiento. Aislamiento y selección.
3. Crecimiento microbiano. Cultivo discontinuo y cultivo continuo. Técnicas de medida.



4. Mejora de la producción. Superación de los mecanismos reguladores del metabolismo: modificación del medio y condiciones de cultivo y modificación de los microorganismos.
5. Conservación y mantenimiento de cepas microbianas. Desecación. Congelación. Liofilización. Colecciones de cultivos.
6. Antibióticos: mecanismos de acción y resistencia. Estrategias de búsqueda de nuevos antimicrobianos.
7. Diversidad microbiana. Sistemas de clasificación.
8. Procariotas de interés industrial. Arqueas. Bacterias fotosintéticas. Bacterias gramnegativas.
9. Procariotas de interés industrial. Bacterias grampositivas.
10. Hongos: características generales.
11. Hongos utilizados en la industria: Rhizopus. Mucor. Saccharomyces. Aspergillus. Penicillium. Candida. Trichoderma.
12. Otros microorganismos de interés industrial

#### PROGRAMA PRÁCTICO

1. Observación, cultivo e identificación de hongos filamentosos
2. Observación e identificación de levaduras
3. Métodos de medida del crecimiento
4. Estimación de los parámetros de crecimiento
5. Aislamiento de microorganismos productores de proteasas
6. Espectro de acción de los antimicrobianos

#### METODOLOGÍA

Clases magistrales: exposición por el docente de los conceptos y fundamentos teóricos. Para facilitar la comprensión se proporcionan en la plataforma digital preguntas guía y cuestionarios en los que se aplican los conceptos a casos prácticos concretos. Para su resolución es recomendable ampliar la información recurriendo a bibliografía especializada.

Trabajo basado en proyectos: trabajo en equipo para la elaboración de un informe con la descripción detallada y justificada de un procedimiento experimental para resolver un proceso concreto y exposición del mismo.

Seminarios: las clases de seminarios se emplean en la resolución de problemas de crecimiento microbiano. Los estudiantes disponen de los enunciados de los problemas en la plataforma digital y en horas no presenciales los analizan y proponen soluciones, trabajando bien individualmente o en grupos. En las horas presenciales se plantean las dificultades que han surgido y se proponen y discuten las soluciones más adecuadas.

Prácticas de laboratorio: aplicación experimental de los procedimientos y conceptos explicados en las clases magistrales, análisis de los datos y elaboración de un informe escrito.

Prácticas de campo: los alumnos visitan empresas biotecnológicas en las que se utilizan microorganismos y elaboran un informe escrito.

Otras actividades: participación en foros abiertos en la plataforma digital sobre temas de actualidad en biotecnología.

#### TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5		15					5
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	50	10		25					5

**Leyenda:** M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

#### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

#### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 45%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 25%
- Trabajos individuales 10%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 20%

#### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La normativa reguladora de la evaluación del alumnado en las titulaciones oficiales de Grado puede consultarse en la siguiente dirección:

<http://www.ehu.eus/es/web/estudiosdegrado-graduakoikasketak/ebaluaziorako-arautegia>

El sistema de evaluación utilizado es la evaluación continua complementado con una prueba en la fecha oficial establecida para la convocatoria de exámenes correspondiente.

La prueba realizada en la fecha oficial consiste en un examen escrito con preguntas cortas y de desarrollo. Se valorará la corrección, precisión y elaboración de las respuestas. Para aprobar el examen se precisa demostrar un conocimiento equilibrado de toda la materia. Para aprobar la asignatura es imprescindible aprobar este examen. Nota mínima 5/10. (45 % de la calificación final).

Además de esta prueba final se realizan una serie de pruebas y actividades de evaluación durante el periodo formativo:

- 1) Trabajo basado en proyectos. Se valora el informe escrito, la exposición oral y la coevaluación por los integrantes del equipo (20 % de la calificación final).
- 2) Seminarios de problemas. Se valora la participación activa y la corrección en la resolución de los problemas y casos planteados (10 % de la calificación final).
- 3) Prácticas de laboratorio. La evaluación es continua y mediante la valoración de un informe escrito como trabajo de equipo. La asistencia a las prácticas de laboratorio es obligatoria. Es imprescindible obtener una calificación de aprobado (5/10) en las prácticas de laboratorio para aprobar la asignatura (20 % de la calificación final).
- 4) Prácticas de campo (visitas a empresas). Se valora la asistencia y el informe presentado (5 % de la calificación final).

En caso de renunciar al sistema de evaluación continua el alumnado debe comunicar su renuncia por escrito al profesor en las 9 primeras semanas del curso. En este caso la calificación final se obtendrá mediante la realización de un examen sobre los contenidos teóricos y un examen (teórico-práctico) sobre los contenidos prácticos. La contribución de estos exámenes a la calificación final será: 70 % contenidos teóricos y 30 % contenidos prácticos.

En el caso de la evaluación continua no presentarse al examen final supone automáticamente la renuncia a la convocatoria. En este caso en el acta constará "No presentado"

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Solo se permite llevar calculadora cuando se indique. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

#### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

Las calificaciones obtenidas en las pruebas realizadas durante el periodo formativo (trabajo basado en proyectos, seminarios de problemas y prácticas) se mantienen en la convocatoria extraordinaria y el alumno solo deberá superar el examen escrito en la fecha oficial. En caso de que el alumnado quiera renunciar a las calificaciones obtenidas en la evaluación continua y optar a un 100 % en la calificación final debe comunicarlo al profesorado, en cuyo caso la calificación final se obtendrá mediante la realización de un examen sobre los contenidos teóricos y un examen (teórico-práctico) sobre los contenidos prácticos. La contribución de estos exámenes a la calificación final será: 70 % contenidos teóricos y 30 % contenidos prácticos.

En el caso de la evaluación continua no presentarse al examen final supone automáticamente la renuncia a la convocatoria. En este caso en el acta constará "No presentado"

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Solo se permite llevar calculadora cuando se indique. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

#### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

Bata de laboratorio para la realización de las prácticas

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

- . Baltz RH, Demain A, Davies J. (2010). Manual of industrial Microbiology and Biotechnology. 3ª Ed. ASM Press.
- . Lee Y (2013) Microbial biotechnology: principles and applications. Word Scientific Pub.
- . Leveau J, Bouix M. (2000) Microbiología industrial. Los microorganismos de interés industrial. Acibia S.A. Zaragoza.
- . Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM, Stahl DA (2020). Brock Biology of microorganisms (16ª ed.). Pearson, London.
- . Ratledge C (2006) Basic Biotechnology. Cambridge Univ. Press.
- . Renneberg R (2016) Biotechnology for Beginners. Academic Press, New York.
- . Tortora GJ, Funke BR, Case CL, Weber D, Bair W (2019). Microbiology: an Introduction (13ª Ed). Pearson, New York.
- . Waites MJ, Morgan NL, Rockey JS, Hington G (2001) Industrial Microbiology. An Introduction. Blackwell Science, Oxford.
- . Willey JM, Sandman K, Wood D (2022). Prescott's Microbiology (12ª Ed). MacGraw-Hill Education, New York.

### Bibliografía de profundización

- . Bamforth CW (2006) Brewing: New technologies. CRC Press
- . El-Mansi EMT, Nielsen J, Mousdale D, Allman T, Carlson R (2019) Fermentation microbiology and biotechnology. 4ª Ed. CRC Press.
- . Hui YH, Evranuz EO (2012) Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology Two Volume Set, 2ª Ed: Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology. 2ª Ed. CRC Press.
- . Lahtinen S, Ouwehand AC, Salminen S, Wright A (2019) Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects. 5ª Ed. CRC Press.
- . Okafor N y Okeke BC (2018) Modern Industrial Microbiology and Biotechnology (2ª Ed.). CRC Press.
- . Scragg A (2005) Environmental Microbiology. 2ª Ed. Oxford University Press.
- . Seidman LA, Moore CJ (2022) Basic Laboratory Methods for Biotechnology. 3ª Ed. Benjamin-Cummings.
- . Singh Jr VP, Stapleton RD (2002) Biotransformations: Bioremediation Technology for Health and Environmental Protection Progress in Industrial Microbiology. Elsevier.
- . Smith JE (2009) Biotechnology. 5ª Ed. Cambridge University Press.
- . Spencer JFT, Ragout de Spencer AL (2010) Food Microbiology Protocols (Methods in Biotechnology) Humana Press.
- . Stanbury PF, Whitaker A, Hall SJ (2016) Principles of Fermentation Technology. 3ª Ed. Elsevier.
- . Thieman WJ, Palladino MA, Thieman W. (2019) Introduction to Biotechnology. 4ª Ed. Pearson Education.
- . Tkacz JS, Lange L (2004) Advances in Fungal Biotechnology for Industry, Agriculture, and Medicine CPL Scientific Publishing Services Limited

### Revistas

Applied and Environmental Microbiology  
Biotechnology Advances  
Biotechnology Annual Review  
Critical Reviews in Biotechnology  
Current Opinion in Biotechnology  
Journal of Applied Microbiology  
Journal of Biotechnology  
Microbial Biotechnology  
Microbiology Today  
Nature Biotechnology  
The Scientist  
Microbial Cell Factories  
Trends in Biotechnology

### Direcciones de internet de interés

[www.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)  
[www.asm.org](http://www.asm.org)  
[www.cnb.csic.es](http://www.cnb.csic.es)  
[www.simbhq.org](http://www.simbhq.org)  
[www.sem microbiologia.org](http://www.sem microbiologia.org)  
[www.efbiotechnology.org](http://www.efbiotechnology.org)  
[www.bio.org](http://www.bio.org)  
<https://schaechter.asmblog.org/schaechter/>  
[www.microbeworld.org](http://www.microbeworld.org)

OBSERVACIONES
---------------

**ASIGNATURA**

25267 - Técnicas Instrumentales

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Se estudia el fundamento teórico de dos herramientas típicas del bioquímico: la cromatografía y la electroforesis, así como sus aplicaciones prácticas. Como ejemplo representativo de la utilidad preparativa y analítica de estas técnicas se profundiza en la purificación y caracterización de proteínas y enzimas. También se estudia la forma de realizar ensayos en el laboratorio para determinar la actividad de un enzima y ponerlo en el contexto de la purificación enzimática. Una aproximación práctica y cuantitativa se consigue mediante las prácticas de laboratorio, la resolución de problemas y la simulación con ordenador.

Esta asignatura requiere que los estudiantes, además de en Bioquímica, tengan conocimientos de Química, Matemáticas y Física. La asignatura es básica en la formación de profesionales científicos, dado que se explican técnicas preparativas y analíticas imprescindibles para el ejercicio de su profesión. La asignatura utiliza de base los conocimientos adquiridos en otras materias ya cursadas (Bioquímica I, Bioquímica II, Metodología Bioquímica Básica), complementa otras cursadas a la vez (Biología Molecular e Ingeniería Genética, Tecnología del DNA recombinante) y asienta las bases de otras asignaturas posteriores (Biocatálisis, Procesos y Productos Biotecnológicos, entre otras).

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA****ESPECÍFICAS:**

El estudiante y la estudiante distingue y describe las bases de la separación cromatográfica y electroforética de proteínas y explica sus aplicaciones bioquímicas.

El estudiante y la estudiante ejecuta adecuadamente protocolos de laboratorio en Bioquímica y Biología Molecular, y los aplica especialmente a la purificación de proteínas, teniendo en cuenta criterios de pureza y rendimiento.

El estudiante y la estudiante maneja, interpreta y explica la información extraída de la literatura científica relativa a las técnicas de separación, purificación y caracterización proteica.

**TRANSVERSALES:**

El estudiante y la estudiante aplica en los trabajos académicos los resultados de un proceso de indagación y/o de investigación teniendo en cuenta Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El estudiante y la estudiante sintetiza y comunica de forma oral y escrita las ideas, haciendo uso de un lenguaje académico e integrando los términos vistos en la asignatura.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

1. Purificación de proteínas y ensayos enzimáticos.
2. Técnicas cromatográficas.
3. Técnicas electroforéticas.

Purificación de proteínas y ensayos enzimáticos.

Estrategias y etapas de la purificación de proteínas. Controles de la purificación. Criterios de pureza. Tablas de purificación. Técnicas de aislamiento y purificación de proteínas recombinantes.

Actividad enzimática con extractos enzimáticos y con enzimas purificados. Enzimas interferentes y auxiliares. Ensayos acoplados. Métodos continuos y discontinuos. Curvas de progreso de la reacción. Caracterización cinética de un enzima.

Técnicas cromatográficas.

Introducción. Definiciones. Historia de la cromatografía. Teoría de la cromatografía. Clasificación de las técnicas cromatográficas. Cromatografía de reparto y adsorción. La banda y el pico cromatográfico. El equilibrio cromatográfico. Propiedades de la campana Gaussiana. Parámetros cromatográficos: tiempo y volumen de retención, factores de retención, retraso y separación. Componentes de un sistema cromatográfico. Cromatografía de adsorción. Cromatografía sobre hidroxipatito. Cromatografía de interacción hidrofóbica. Cromatografía de intercambio iónico. Cromatografía de afinidad. Cromatografía de reparto. Cromatografía de tamizado molecular. Cromatografía en papel y en capa delgada. HPLC, UPLC y FPLC. Cromatografía de gases. Cromatografía de fluidos supercríticos.

Técnicas electroforéticas.

Introducción. Teoría de la electroforesis. Clasificación. Electroforesis en geles. Electroforesis bidimensional. Electroforesis en otros soportes. Inmunoelectroforesis. Ensayo de actividad en geles. Electroforesis capilar.

## METODOLOGÍA

Para seguir las explicaciones teóricas, el estudiantado dispone en el Aula virtual (e-Gela) de todas las diapositivas, lecturas complementarias, foro de participación sobre la materia trabajada en clase y demás materiales docentes. Además de las lecciones teóricas, los estudiantes realizan prácticas de laboratorio y de simulación con ordenador de la purificación de proteínas. Los estudiantes reciben información sobre recopilación de artículos científicos relacionados con la purificación proteica para la realización del trabajo de Seminario. Finalmente, los estudiantes presentan en público el trabajo realizado con los artículos que han trabajado previamente.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5		15	5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	52,5	7,5		22,5	7,5				

**Leyenda:** M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula  
GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas  
TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba final: 60-65%
- Trabajos realizados a lo largo de cuatrimestre (prácticas, seminarios, etc): 35-40%

La suma total de los porcentajes será:  
100%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Sistema de evaluación

La docencia magistral será evaluada por una prueba final que comprende preguntas relativas a las clases magistrales, prácticas y seminarios, y que representa el 60-65% de la nota final. Al resto de actividades (seminarios, prácticas de laboratorio, resolución de ejercicios y de simulación con ordenador) se adjudicará el porcentaje restante (35-40%) hasta completar el 100%.

Se requiere aprobar la prueba final con una nota igual o superior a 5 sobre 10 para hacer media con el resto de apartados de la asignatura.

Se realizará una actividad conjunta con la asignatura Tecnología del DNA Recombinante / Biología Molecular e Ingeniería Genética con el objetivo de integrar el conocimiento adquirido en sobreexpresión y purificación de proteínas. Además, se trabajará la competencia transversal Compromiso Social y Comunicación y Plurilingüismo.

El estudiantado tendrá derecho a ser evaluado mediante evaluación final. Para ello, el estudiante o la estudiante deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrá de un plazo de 9 semanas a contar desde el inicio del cuatrimestre.

En caso de renuncia a la evaluación continua, el estudiante será evaluado mediante una prueba final hecha en la misma fecha que la prueba final de la evaluación continua. Dicha prueba consistirá en el examen de la evaluación continua más otros exámenes y/o actividades equiparables a los trabajos evaluados en la evaluación continua.

La realización de las prácticas de laboratorio es obligatoria. No se podrá aprobar la asignatura si no se realizan las prácticas de laboratorio, con independencia del sistema de evaluación elegida (continua o final).

En cualquier tipo de evaluación, bastará con no presentarse a la prueba final para que la calificación de la asignatura sea no presentado o no presentada.

Ética académica y prácticas deshonestas

Esta asignatura se rige por el ¿Protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU¿, con las consecuencias previstas en el apartado 5 de dicho protocolo.



## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La calificación obtenida en los apartados aprobados de la evaluación continua (prácticas y seminarios) se mantendrá en la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

No hay un único libro que pueda calificarse de libro de texto. Se dispone de una Aula virtual (e-Gela) abierta al inicio del curso en la que se incluyen materiales didácticos multimedia, lecturas complementarias y otras herramientas didácticas para seguir el curso. Para la simulación por ordenador se emplearán programas disponibles comercialmente.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

PRINCIPLES AND TECHNIQUES OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY. Keith Wilson and John Walker. 7th Ed. Cambridge Univ. Press, 2010

BIOCHEMICAL TECHNIQUES: THEORY AND PRACTICE, Robyt, J.F. and White, B.J. Waveland Press, Prospect Heights, 1990

BIOCHEMISTRY LABORATORY: MODERN THEORY AND TECHNIQUES. Rodney F. Boyer. Benjamin Cummings, 2006

FUNDAMENTAL LABORATORY APPROACHES FOR BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY, A. J. Ninfa and D. P. Ballou, Wiley, 1998

PRINCIPLES AND TECHNIQUES OF PRACTICAL BIOCHEMISTRY, B.L. Williams and K. Wilson, Cambridge, Cambridge University Press, 2005

THE TOOLS OF BIOCHEMISTRY, Cooper, T. Wiley and Sons, New York, 1977

ENZYME ASSAYS. A PRACTICAL APPROACH. E. S. Drenth, R. and Danson, M.J. (eds) IRL Press, Oxford, 1992

### Bibliografía de profundización

BIOTECHNOLOGY. A LABORATORY COURSE, Becker, J.M., Caldwell, G.A. & Zacho, E.A. Academic Press, San Diego, 1996

PROTEIN METHODS, Bollag, D.M. and Edelstein, S.J. Wiley-Liss, Inc., New York, 1991

GUIDE TO PROTEIN PURIFICATION, Deutscher, M.P. (Ed.) Methods Enzymology, vol 182, Academic Press, London, 1990

PROTEIN PURIFICATION METHODS. A PRACTICAL APPROACH, Harris, E.L.V. & Angal, S. (Eds) IRL Press, Oxford, 1989

PROTEIN PURIFICATION APPLICATIONS. A PRACTICAL APPROACH, Harris, E.L.V. IRL Press, Oxford, 1990

PROTEIN PURIFICATION PROTOCOLS, Doonan, S. (Ed.). Humana Press Inc., Totowa, NJ, 1996

ENZYME PURIFICATION AND RELATED TECHNIQUES, Jakoby, W.B. Academic Press, London, 1989

PROTEIN PURIFICATION: PRINCIPLES, HIGH RESOLUTION METHODS AND APPLICATIONS, Janson, J.C. and Rydén, L. (Eds) Wiley VCH Publishers, Inc., New York, 1998

PROTEIN PURIFICATION: PRINCIPLES AND PRACTICE, Scopes, R. Springer-Verlag, New York, 1998

A PRACTICAL GUIDE TO MEMBRANE PROTEIN PURIFICATION, von Jagow, G. and Schagger, H. (Eds.) Academic Press, New York, 1994

### Revistas

Biochimica et Biophysica Acta, Journal of Biological Chemistry, Protein Expression and purification, Electrophoresis, Analytical Biochemistry, etc.

### Direcciones de internet de interés

Simulation software for protein purification (Prácticas de ordenador)  
[http://agbooth.com/pp\\_java/](http://agbooth.com/pp_java/)

Cytiva Chromatography Handbooks  
<https://www.cytivalifesciences.com/en/us/support/handbooks>

Nomenclature for chromatography

<http://publications.iupac.org/pac/1993/pdf/6504x0819.pdf>

Chromatography simulator - Chromulator

[https://people.ohio.edu/gu/CHROM/index\\_chrom.html](https://people.ohio.edu/gu/CHROM/index_chrom.html)

HPLC simulator

<https://hplcsimulator.org/>

## **OBSERVACIONES**

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GBIOTE30 - Grado en Biotecnología**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26715 - Termodinámica y Cinética Química

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Esta asignatura se imparte en el segundo curso de los Grados de Biología, Bioquímica y Biología Molecular y Biotecnología. En ella se aborda el estudio de los fundamentos de la termodinámica química, de la cinética química y de los equilibrios iónicos en disolución. Su adecuado desarrollo requiere el conocimiento previo de conceptos de Química General. Sus contenidos aportan conceptos básicos para el estudio de las propiedades del equilibrio y evolución de sistemas bioquímicos más complejos. Es de aplicación en diversas asignaturas de los grados mencionados en las que, en alguna medida, se tratan cambios en la naturaleza de la materia.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Competencias específicas:

1. Comprensión y manejo de los principios y teoría básica de la reacción química de distintos tipos de sustancias
2. Utilización de forma segura de los medios y técnicas habituales de un laboratorio
3. Capacidad de observación, análisis y presentación de resultados en el campo de la química y otras ciencias experimentales
4. Conocimiento y empleo de los estilos de referencia de la literatura científica en la comunicación oral y escrita.
5. Conocimiento y utilización de las fuentes de información y documentación más habituales en Ciencias Experimentales

Competencias transversales:

1. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis para la toma de decisiones y la elaboración y transmisión de la información.
2. Desarrollar habilidad en las relaciones interpersonales que favorezcan el trabajo en equipo y progresar en el razonamiento crítico.
3. Mantener una actitud positiva que permita adquirir herramientas para el aprendizaje autónomo y continuado.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

## 1.- Termoquímica.

Primera ley de la termodinámica. Energía interna y entalpía. Entalpías de reacción y de formación. Ley de Hess. Entalpía formación estándar. Entalpías y energías de enlace.

## 2.- Entropía y energía libre de Gibbs .

Concepto de entropía. Entropía a nivel molecular Segundo Principio de la Termodinámica. Energía libre de Gibbs. Variación de energía libre de Gibbs y espontaneidad de las reacciones. Tercer Principio.

## 3.- Equilibrio químico.

Energía libre y constante de equilibrio. Factores que afectan al equilibrio.

## 4.- Equilibrio de fases en sistemas de un componente

Equilibrio líquido-vapor. Equilibrio sólido-líquido. Equilibrio sólido-vapor. Diagramas de fases.

## 5. Cinética química.

Velocidad de reacción. Ecuaciones de velocidad y orden de reacción. Cambio de las concentraciones con el tiempo. Influencia de la temperatura.

## 6. Disoluciones y propiedades de disoluciones.

Tipos de disoluciones. Los sistemas multicomponentes. Disoluciones no ideales. Actividad y coeficiente de actividad. Disoluciones de electrolitos. Equilibrios en disolución.

## 7.- Equilibrios ácido-base.

Introducción. Comportamiento ácido-base del agua. Fuerza de los ácidos y bases. Escala de pH. Cálculos de equilibrios ácido-base. Protolitos débiles monoproticos y poliproticos. Disoluciones tampón. Capacidad tampón. Aplicaciones de interés biológico.

## 8.- Equilibrios de formación de complejos.

Introducción. Ligandos monodentados y polidentados.. Estabilidad e inercia. Constantes de equilibrio: sucesivas y globales. Cálculos de equilibrio. Influencia del pH. Aplicaciones de las reacciones de formación de complejos.

## 9.- Equilibrios de precipitación

Introducción. Producto de solubilidad. Solubilidad. Factores que afectan a la solubilidad. Precipitación fraccionada.

Influencia del pH y del equilibrio de formación de complejos. Aplicaciones de las reacciones de precipitación.

10.- Equilibrios de oxidación-reducción.

Introducción. Potencial estándar de electrodo. Tipos de procesos redox. Ecuación de Nernst. Constante de equilibrio y potencial de equilibrio. Sistemas redox del agua. Factores que afectan al potencial de electrodo. Potencial condicional. Aplicaciones del equilibrio de oxidación-reducción.

Prácticas de Laboratorio:

1.- Entalpía de neutralización y de disolución.

2.- Separación e identificación de iones metálicos.

## METODOLOGÍA

La clase magistral comprende la explicación, por parte del docente, de los contenidos teóricos de la asignatura.

Las prácticas de aula consisten en la resolución de cuestiones teóricas y problemas.

La realización de las prácticas de laboratorio es obligatoria.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	36		16	8					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	54		24	12					

**Leyenda:** M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 80%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- Prácticas de laboratorio 10%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación será final.

Se valorarán fundamentalmente los siguientes aspectos:

- grado de conocimiento de los contenidos
- capacidad de análisis y crítica de los resultados obtenidos en ejercicios y problemas
- claridad en los razonamientos

Para ello, se considerarán como actividades evaluables las siguientes:

- la asistencia activa en las tareas presenciales
- el seguimiento de las tareas no presenciales
- la resolución de los problemas planteados
- la presentación de los trabajos requeridos
- la realización de los exámenes teóricos

La calificación final se obtendrá de la siguiente forma:

Examen final 80% (nota mínima:4)

Prácticas de laboratorio 10% (obligatorio)

Resolución de problemas y/o trabajos 10%

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Solo se permite llevar la calculadora.

Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación correspondiente a la convocatoria extraordinaria se realizará de acuerdo al artículo 9 de la Normativa Reguladora de la Evaluación del Alumnado en las Titulaciones Oficiales de Grado aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPV/EHU el 15 de Diciembre de 2016. Los resultados positivos obtenidos por el estudiante durante el curso podrán ser conservados.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

- La bata, calculadora y gafas de laboratorio son obligatorias para la realización de las prácticas de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

- R.H. Petrucci, W.S. Harwood y F.G. Herring, Química General, (8ª Ed.), Prentice Hall, Madrid, 2003
- UEUko Kimika Saila "Kimika Orokorra". Udako Euskal Unibertsitatea, 1996.
- P. Atkins, L. Jones: Principios de Química, Ed Panamericana, 3ªed, 2009

### Bibliografía de profundización

- P. Atkins, J. de Paula: Physical Chemistry for the Life Sciences, Ed. Oxford Univ. Press, 3ª ed., 2006.
- N.C. Price, R.A. Dwek, R.G. Ratcliffe, M.R. Wormald: Principles and Problems in Physical chemistry for Biochemists, Oxford, 3ªed, 2001
- I. R. Levine, Fisicoquímica, vols. 1 y 2. 5º ed. Ed. Mac Graw Hill (2004).
- M. Silva, J. Barbosa, Equilibrios Iónicos y sus Aplicaciones Analíticas, Síntesis, 2002.
- R.J.Silbey, R.A.Alberty, Kimika fisikoa, Servicio editorial UPV/EHU, 2006.
- Daniel C. Harris, Análisis Químico Cuantitativo, ed. Reverté, 3ª ed.
- I.Urretxa y J.Iturbe, Kimikako Problemak. Udako Euskal Unibertsitatea, 1999.

### Revistas

Journal of Chemical Education

### Direcciones de internet de interés

<http://webbook.nist.gov/chemistry/>

<http://www.chem1.com/acad/webtext/virtualtextbook.html>

## OBSERVACIONES