## 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

### 1.1. DATOS BÁSICOS

| NIVEL | DENOMINACIÓN ESPECIFICA | CONJUNTO | CONVENIO | CONV. ADJUNTO |
|---|---|---|---|---|
| Máster | Máster Universitario en “Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery” por la Universidad de Zaragoza | No | | Anexo 1. |

| LISTADO DE ESPECIALIDADES | | |
|---|---|---|
| | | |
| **RAMA** | **ISCED 1** | **ISCED 2** |
| Ciencias | Biología y Bioquímica | Física |

| NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA |
|---|
| **AGENCIA EVALUADORA** |
| Agencia de Calidad y Prospectiva Universitaria de Aragón - ACPUA |
| **UNIVERSIDAD SOLICITANTE** |
| Universidad de Zaragoza |

| LISTADO DE UNIVERSIDADES | |
|---|---|
| **CÓDIGO** | **UNIVERSIDAD** |
| 021 | Universidad de Zaragoza |
| | |

| LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS (en el caso de títulos conjuntos internacionales) | |
|---|---|
| **CÓDIGO** | **UNIVERSIDAD** |
| | |

### 1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

| CRÉDITOS TOTALES | CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS | CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS |
|---|---|---|
| 90 | 12 | 6 |
| **CRÉDITOS OPTATIVOS** | **CRÉDITOS OBLIGATORIOS** | **CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/ MÁSTER** |
| 42 | 18 | 30 |

| LISTADO DE ESPECIALIDADES | |
|---|---|
| **ESPECIALIDAD** | **CRÉDITOS OPTATIVOS** |
| | |
| | |

### 1.3. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

#### 1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

| LISTADO DE CENTROS | |
|---|---|
| **CÓDIGO** | **CENTRO** |
| 50008848 | Facultad de Ciencias |

1.3.2.1. Datos asociados al centro

| TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO | | |
|---|---|---|
| PRESENCIAL | SEMIPRESENCIAL | VIRTUAL |
| Sí | No | No |

| PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS | |
|---|---|
| PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN | SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN |
| 25 | 25 |

| | TIEMPO COMPLETO | |
|---|---|---|
| | ECTS MATRÍCULA MÍNIMA | ECTS MATRÍCULA MÁXIMA |
| PRIMER AÑO | 60.0 | 60.0 |
| RESTO DE AÑOS | 30.0 | 60.0 |
| | TIEMPO PARCIAL | |
| | ECTS MATRÍCULA MÍNIMA | ECTS MATRÍCULA MÁXIMA |
| PRIMER AÑO | 12.0 | 42.0 |
| RESTO DE AÑOS | 12.0 | 42.0 |
| NORMAS DE PERMANENCIA | | |
| https://academico.unizar.es/sites/academico.unizar.es/files/archivos/ofiplan/Normativa/normapermanencia.pdf | | |
| LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE | | |
| CASTELLANO | CATALÁN | EUSKERA |
| No | No | No |
| GALLEGO | VALENCIANO | INGLÉS |
| No | No | Sí |
| FRANCÉS | ALEMÁN | PORTUGUÉS |
| No | No | No |
| ITALIANO | OTRAS | |
| No | No | |

## 2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

### 2.1. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO PROPUESTO, ARGUMENTANDO EL INTERÉS ACADÉMICO, CIENTÍFICO O PROFESIONAL DEL MISMO

Como la ANECA indica en el Libro Blanco de las titulaciones de Grado y Posgrado de Bioquímica y Biotecnología, publicado el 2 de diciembre de 2005: (http://www.aneca.es/var/media/150236/libroblanco_bioquimica_def.pdf),

*Las Biociencias Moleculares y sus aplicaciones biotecnológicas están consideradas, después de las tecnologías de la información, la siguiente gran ola de expansión de la economía basada en el conocimiento.*

Por otra parte, la ANECA indica que:

*El cambio de paradigma en las Ciencias Moleculares de la Vida a partir de las aportaciones de la Biología Molecular de Sistemas basada en los estudios "ómicos" del genoma, transcriptoma, proteoma, localisoma, enzimoma, metaboloma, y fisioma van a permitir un manejo de las enfermedades de forma más personalizada y también preventiva y predictiva. Campos que hasta ahora parecían inabordables a la experimentación desde el punto de vista molecular, como por ejemplo, los mecanismos cognitivos y afectivos de la especie humana y de los animales, son retos seguramente alcanzables para el conocimiento científico en el siglo XXI. Sería excesiva la pretensión de que solamente la Bioquímica, la Biología Molecular y la Biotecnología serán responsables de los avances futuros en todos estos campos de la actividad humana. El papel de las Biociencias Moleculares y las aplicaciones biotecnológicas será el de enfocar el esfuerzo científico de muchas disciplinas en estas direcciones, con contribuciones procedentes de Matemáticas, Física, Química, Biología, Ecología, Ingeniería, etc.*

Esto justifica el interés actual de este tipo de titulaciones interdisciplinares, que se puede apreciar en la oferta que está surgiendo tanto en España como en todo el mundo para formar Biotecnólogos.

#### 2.1.1 Características Básicas de la propuesta de Máster. Plan de estudios.

La orientación del *Máster en Biotechnology, Bio-Big Data and Drug Discovery* es científica, sin menoscabo del interés adicional que presentará para quienes deseen adquirir una visión inicial de la relación y potencial que guarda la Biotecnología con el mundo de la empresa. Dada la orientación científica del máster, las asignaturas obligatorias se han configurado para proporcionar un cuerpo atractivo y moderno de conocimientos especializados que permita a todos los egresados adquirir una excelente formación de tipo científico en Biotecnología, Bio-Big-Data y Descubrimiento de Fármacos.

Esta formación se consigue combinando metodologías de enseñanza/aprendizaje más convencionales, tales como clases magistrales, con otras de carácter más aplicado y *problem-oriented*, tales como resolución de casos prácticos, clases prácticas de laboratorio y aula de informática, talleres y/o realización de ensayos analítico-experimentales durante la realización de trabajos por parte de los alumnos.

Además, dada la importancia de la adaptación de la formación de los estudiantes a los requerimientos actuales del mercado laboral y profesional, estimamos importante proporcionar a los estudiantes la visión de la empresa y mostrarles el papel que los conocimientos que adquieren cursando este pueden tener en el desarrollo exitoso de las empresas. Por ello, utilizaremos el Programa EXPERTIA, de la Fundación Empresa Universidad, destinado a reforzar la cooperación entre el ámbito de la educación universitaria y el mundo empresarial. Este programa permite, a profesionales del ámbito de la empresa e instituciones, i) impartir conferencias y presentar a los estudiantes universitarios casos reales, relacionados con su experiencia profesional y relevantes dentro de su plan oficial de estudios, y ii) fomentar a través de su testimonio el nacimiento de inquietudes y nuevas iniciativas empresariales.

El plan de estudios se compone de cuatro módulos, distintos por sus características y desarrollo temporal. El primer módulo tiene naturaleza de complemento formativo y está constituido por asignaturas introductorias, de elección obligatoria según la formación del alumno: este módulo consta de una asignatura de "Introducción a los Métodos Computacionales en Ciencias Biológicas" , obligatoria para todos, y de dos asignaturas de "Introducción a los Métodos Físicos y Matemáticos en Ciencias Biológicas" e " Introducción a la bioquímica y biología molecular y celular", obligatorias para graduados en disciplinas de ciencias naturales y para graduados en ciencias matemáticas/físicas/químicas, respectivamente. El segundo módulo es de

asignaturas obligatorias propias del máster ("Biología Sintética y de Sistemas", "Moléculas Bioactivas", y "Simulaciones Biomoleculares"). El tercer módulo, ya en el segundo semestre, incluye las asignaturas optativas, que permitirán a los alumnos profundizar en su formación como biotecnólogos moleculares, posibilitándoles configurar un currículo personalizado en el que podrán combinar conocimientos instrumentales, metodológicos, estadísticos, modelizadores y/o relativos a la creación y gestión de empresas biotecnológicas. En efecto, estas asignaturas optativas se pueden agrupar en tres bloques diferentes y complementarios: un grupo de técnicas experimentales ("Métodos experimentales en Biotecnología Celular y de Organismos", "Técnicas experimentales en Biotecnología Molecular", y "Química Médica"), otro de modelado teórico/computacional ("Bioestadística y Bioinformática", "Modelización de sistemas biológicos", y "Bio-Big Data"), y finalmente un tercero orientado hacia la empresa biotecnológica ("La pequeña y mediana empresa biotecnológica: características, creación y gestión", y "Prácticas externas"). Cabe destacar aquí la posibilidad para los estudiantes de efectuar prácticas externas, en empresas y centros del entorno aragonés, y también en el extranjero: véase el apartado "Internacionalización" más abajo, donde también se destacan las posibilidades de estancias en el extranjero en el marco de programas de internacionalización como el Programa Erasmus. Las empresas del clúster Arabiotech, el IIS (Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón), IACS (Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud) y el CERU (Sociedad de Científicos Españoles en el Reino Unido) apoyan explícitamente esta propuesta de máster, con sendas cartas de apoyo que se adjuntan a la documentación.

Finalmente, el cuarto módulo, en el tercer semestre, incluye los Trabajos Fin de Máster, dirigidos preferentemente por investigadores doctores de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI), garantizando una tutorización y formación personalizada de calidad en Biotecnología y Biología Computacional. Algunos Trabajos Fin de Máster se van a realizar de forma coordinada con empresas del sector biotecnológico, lo que estimulará la relación universidad-empresa e incrementará la empleabilidad de los egresados.

Aunque no estén formalmente incluidas en el plan de estudio, los estudiantes tendrán también la posibilidad de realizar estancias cortas en diferentes instituciones con las cuales existen colaboraciones activas en temas cercanos al máster, estancias que podrán realizarse incluso en el extranjero a través de programas como Erasmus+ practicum, completando así su formación práctica aplicándola a casos concretos. Finalmente, Facultad e Instituto participan activamente en charlase divulgativas, ferias de ciencia y visitas guiadas de estudiantes de distintos niveles a nuestras instalaciones: los estudiantes del Máster que lo deseen podrán participar en estas actividades aprendiendo a divulgar aspectos específicos de su formación.

En resumidas cuentas, podemos afirmar que las especiales características integradoras del Instituto BIFI permiten proporcionar a nuestros titulados una oferta docente casi única en el contexto nacional y bastante singular en el contexto internacional, caracterizada por la innovadora combinación transversal de enfoques biotecnológicos basados en la modelización y el experimento y orientados a comprender el funcionamiento de la empresa biotecnológica.

**2.1.2 El profesorado:**

El Máster que aquí presentamos cuenta, para proporcionar a los egresados una formación muy completa, con profesores e investigadores de varias Áreas Conocimiento y Departamentos de la Universidad de Zaragoza, en su mayoría pertenecientes a la Facultad de Ciencias y al Instituto de Biocomputación y Física de los Sistemas Complejos de la Universidad de Zaragoza (BIFI), que ponen a disposición del título sus infraestructuras de laboratorios experimentales y clústeres de computación. Esta Facultad y este Instituto en particular, son únicos a nivel nacional en reunir a investigadores de áreas de conocimiento como la Física, las Matemáticas, la Computación, la Bioquímica y la Biología Estructural, Molecular y Celular que ya presentan un largo historial de colaboraciones internas. Esto nos sitúa en una posición privilegiada para impartir un Máster multidisciplinar que integre aspectos de todas esas ramas del conocimiento, y nos diferencia claramente de las posibilidades de otros centros nacionales e incluso internacionales. Nuestra singular naturaleza nos convierte en idóneos para impulsar un Máster que proporcionará a los egresados una formación interdisciplinar, que combinará el conocimiento de técnicas instrumentales y metodologías experimentales y computacionales orientadas al desarrollo de herramientas o productos biotecnológicos, con otros relacionados con la fundación de empresas biotecnológicas. El profesorado involucrado cuenta con una dilatada experiencia docente, en español y en inglés, tanto en centros nacionales como internacionales.

**2.1.3 Destinatarios de la oferta:**

Por su naturaleza interdisciplinar, el máster está dirigido a un amplio abanico de graduados en diferentes disciplinas científicas (véase el apartado "4.1.2 Perfil de ingreso"). En Aragón existen diversos Grados de los que egresan estudiantes con perfiles adecuados para cursar este Máster, y en efecto la mayoría de estudiantes se decide a cursar un Máster universitario que complete su formación, tanto de cara al mercado laboral como para iniciar una carrera investigadora a través de un doctorado.

Uno de los grados con gran potencial para nutrir de estudiantes al Máster aquí propuesto es el grado de Biotecnología de la Universidad de Zaragoza, que desde su implantación en el curso 2010-2011 recibe anualmente más de 700 solicitudes para cubrir las 66 plazas que ofrece. En este grado se titulan aproximadamente 60 estudiante cada año, que encuentran una oferta de 30 plazas en el Máster de Biología Molecular y Celular (más 20 plazas en el Máster en "Quantitative Biotechnology", que el máster propuesto aquí iría a remplazar). Así que el máster propuesto podría contar, sobre el papel, con el interés de unos 30 egresados del grado de Biotecnología cada año, aunque esta estimación es seguramente un exceso, ya que la implantación de los Grados adaptados al Plan Bolonia ha facilitado una mayor movilidad de los estudiantes a centros e instituciones diferentes de aquella en que han cursado el grado, lo que lleva a muchos egresados en el Grado en Biotecnología a realizar estudios de Master especializados más allá de nuestras fronteras. De hecho, una encuesta que hemos realizado reciente entre los estudiantes de los últimos cursos del grado de Biotecnología de la Universidad de Zaragoza revela que alrededor del 57% tiene pensado cursar un máster fuera de Zaragoza, y otro 35% no lo descarta (aunque no prioriza salir). Sin embargo el enfoque multidisciplinar e integrador que se plantea en este nuevo Máster atraerá no sólo a alumnos de Biotecnología sino también a Químicos, Físicos, Veterinarios, Tecnólogos de Alimentos, entre otros, que también egresan en número importante en la UZ en cada curso académico y que pueden encontrar en la Biotecnología un campo de aplicación en auge para los conocimientos adquiridos en sus estudios de Grado. Así que es razonable prever que haya regularmente unos 8-12 alumnos graduados en la UZ que se decanten por cursar este Máster.

Por otra parte, la existencia de numerosas Universidades españolas, donde se imparten Grados equivalentes o similares, permite esperar que el máster que proponemos atraerá asimismo a graduados de dichas Universidades, como está pasando con el Máster de Biotecnología Cuantitativa actualmente en vigor: al fin y al cabo, es de suponer que también los graduados de otras universidades quieran salir de su ciudad. El Máster que proponemos pretende ofrecer una opción atractiva para todos estos estudiantes, a la vez que atrae a estudiantes de otras nacionalidades, donde los másteres han de tener mayor número de créditos, mejorando la oferta del actual Máster en Biotecnología Cuantitativa.

En efecto, la elección del inglés como idioma de impartición del máster es clave en aumentar el espectro de destinatarios de la oferta, como ya pasa con el Máster en "Quantitative Biotechnology" actual, que goza de sendos convenios con la Fundación Carolina y la Fundación Mujeres por África, para atraer estudiantes de América Latina y África, y que está incluido en un convenio recién en fase de redacción entre la universidad de Zaragoza y la Universidad Nanjing Tech (China), que facilitará la llegada de estudiantes chinos.

Además, el uso del inglés ha permitido la llegada de 3 estudiantes de Erasmus en estos dos años, lo que sugiere un interés por parte de los estudiantes extranjeros en nuestro programa: aunque al momento actual no hay nada finalizado, estamos tejiendo relaciones con algunas universidades extranjeras para establecer acuerdos de doble titulación, lo que sería más fácil con un máster de 90 créditos.

Por todas estas razones, parece razonable una estimación de unas 18-22 matrículas cada año, considerando también la implementación, cada año, de medidas de captación de estudiantes, entre las que se encuentran:

1) Organización de seminarios especializados sobre temas tratados en el máster en el marco de distintas asignaturas de los grados en Biotecnología, Química, Física, Matemática, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Veterinaria, y Medicina de la Universidad de Zaragoza, para subrayar la cercanía los objetivos de estos grados con las temáticas tratadas en el máster.

2) Difusión de la información sobre el máster a través de las sociedades de Biofísica, Bioquímica, Física, ...

3) Campañas en redes sociales

4) Difusión del Máster en la "School of Biotechnology and Pharmaceutical Engineering" y en la "School of Chemistry and Molecular Engineering" de la Universidad china Nanjing Tech (China).

5) Colaboración con la Fundación Carolina y la asociación Mujeres por África, para poder contactar candidatos y candidatas de perfil adecuado, aunque finalmente se hayan quedado sin beca.

6) Difusión por parte de los miembros del profesorado a través de sus contactos y colaboradores, en España y en el extranjero.

7) Difusión a través de las Sociedades Científicas en las áreas de actuación del Máster.

8) Difusión a través de los convenios de movilidad firmados en la Facultad de Ciencias.

**2.1.4 Internacionalización**

Es un hecho evidente que en este siglo XXI la lengua inglesa se ha convertido en el estándar de facto en la investigación científica y tecnológica, siendo la *lingua franca* de la comunidad investigadora académica e industrial. Preparar estudiantes para ese mundo obliga a asumir ese vehículo. Nótese que esto redunda en beneficio de nuestros estudiantes: tanto la Unión Europea como el Consejo de Europa (ver por ejemplo: www.eurolang2001.org) insisten en el estudio y dominio de diferentes idiomas como vehículo para obtener un puesto de trabajo, comunicarse en el ejercicio de la profesión, viajar al extranjero, leer revistas de interés cultural y científico o usar Internet.

Para los alumnos de hoy en día, tanto españoles como extranjeros, la posibilidad de recibir enseñanzas científicas en inglés tiene por consiguiente un enorme interés. Así, la declaración de Bolonia promulga la "Promoción de la movilidad, eliminando los obstáculos para el ejercicio efectivo de libre intercambio...." (http://www.crue.org/apadsisuniv.htm). Por este motivo muchas Universidades Europeas no anglosajonas incluyen en su oferta asignaturas o titulaciones completas (másteres sobre todo) impartidas en inglés. Buenos ejemplos los podemos encontrar en Holanda, Suecia, Lituania, Alemania, Portugal o Italia. En lo que se refiere a la Biotecnología, el Libro Blanco de la ANECA recoge la docencia en inglés como denominador común de los másteres europeos analizados como referencia de calidad, y por tanto recomienda, implícitamente, esa opción para cualquier máster en Biotecnología que aspire a tener éxito.

Como revela un cuestionario recientemente distribuido a los estudiantes de tercero y cuarto del grado de Biotecnología, el uso del inglés no es una rémora para los estudiantes a la hora de elegir el máster, y en cambio es una elección estratégica para atraer alumnado desde el extranjero, sin limitarse a los estudiantes de habla hispana de América Latina.

Así que, la primera acción de internacionalización de esta propuesta de máster es el uso del inglés como idioma oficial del título; a esta medida, se añade la posibilidad de realizar prácticas en el extranjero, incluso la asignatura Prácticas externas, en el marco del programa Erasmus+ practicum gestionado por FEUZ. Potenciales grupos receptores para estas prácticas pueden ser proporcionados en el Reino Unido a través del convenio firmado en 2018 entre UNIZAR y la Sociedades de Científicos Españoles en Reino Unido (CERU) en el área de Biotecnología para estudiantes de Grado y Máster, que se ha implantado en 2019 y donde la primera alumna beneficiaria se incorporará en Junio de 2019 a la Universidad de Bath. Acciones similares se están explorando actualmente con (Científicos Españoles en Alemania (CERFA). Así mismo, el elevado número de colaboraciones que mantienen los distintos profesores del Master con grupos homónimos de investigación en otros países también proporcionarán grupos receptores para prácticas de los alumnos en el ámbito del Master. En cuanto a estancias docentes, los alumnos del Master podrán optar a un importante número de intercambios dentro de los programas Erasmus+, Iberoamérica o América, Asia y Oceanía que se ofertan desde la Facultad de Ciencias, muchos de ellos específicamente para Master (https://ciencias.unizar.es/movilidad) y que se vienen utilizando ampliamente en el grado en Biotecnología, donde prácticamente el 50% de los estudiantes ya participan en estos programas a lo largo de sus estudios. Estos acuerdos están también disponibles para la recepción mediante ellos de estudiantes de Intercambio procedentes de todos estos países. La difusión de estas posibilidades quedará también avalada por el hecho de que al menos 7 de los profesores del Master Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery son Coordinadores para muchos de los destinos que se ofertan en estos programas. Este punto también ayudará a la difusión del Master en esas Universidades, pudiendo atraer a estudiantes que vengan fuera del programa de intercambio a realizar todo su periodo de Master en UNIZAR.

**2.1.5 Salidas profesionales**

Al integrar diversas disciplinas, el máster pretende contribuir al desarrollo profesional de los estudiantes proporcionándoles una flexibilidad que les permita incorporarse a entornos de investigación experimentales o teóricos, en el mundo académico o empresarial.

Por un lado, la formación específica multidisciplinar en técnicas de vanguardia y el enfoque altamente práctico de la formación recibida permitirá a nuestros estudiantes integrarse en nuestra o en otras instituciones para completar su formación en un programa de doctorado, tanto en líneas de modelado teórico como en laboratorios experimentales. Por otro lado, la Facultad y el BIFI mantienen estrechas colaboraciones con distintas empresas (Ebers, Certest, Exopol, Zeulab...) y clústeres de empresas de base biotecnológica (en particular el cluster Arabiotech), que no solo servirán de apoyo en la formación durante el Máster, a través de las prácticas externas y de los Trabajos fin de Máster en Empresas, sino que también pueden ofertar salidas laborales para algunos de nuestros egresados. Además, distintos investigadores de la Facultad y del BIFI mantienen relaciones y colaboraciones con empresas tanto locales como nacionales entre las que figuran ZEU-Inmunotec, Operon, Certest, Plebiotic, etc., lo que también puede facilitar una inclusión laboral en estas empresas por parte de los egresados. Cabe destacar, finalmente, que el plan de estudios incluye una asignatura específica dedicada a la creación y gestión de PYMES biotecnológicas, donde se hace hincapié también en los mecanismos de protección de la propiedad intelectual, para facilitar la incorporación al mundo empresarial no solo como empleado, sino como emprendedor.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSULTA INTERNOS Y EXTERNOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.

**Internos:** Desde el punto de vista interno, siguiendo la normativa de la Universidad de Zaragoza, la Facultad de Ciencias ha nombrado a una comisión integrada por siete personas para el diseño y pilotaje de la implantación del Máster. En concreto, por orden alfabético:

Pierpaolo Bruscolini (Departamento de Física Teórica - Instituto BIFI)
Carlos Genzor (CEO de Certest Biotec)
Milagros Medina Trullenque (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular - Instituto BIFI)
Yamir Moreno Vega (Departamento de Física Teórica - Instituto BIFI)
Javier Sancho Sanz (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular - Instituto BIFI)
Alfonso Tarancón Lafita (Departamento de Física Teórica - Instituto BIFI)
Adrián Velázquez Campoy (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular - Instituto BIFI)

Seis miembros de la comisión son, como se indica, profesores de la Universidad de Zaragoza. Dado el interés del máster en orientar a una parte de sus egresados hacia las actividades de la empresa biotecnológica, queremos destacar el papel especial desempeñado por Carlos Genzor, doctorado en Bioquímica en la universidad de Zaragoza y colaborador habitual de los investigadores del departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular a lo largo de su dilatada carrera en la empresa biotecnológica. Su experiencia en la creación y gestión de una empresa biotecnológica nos ofrece un punto de referencia de gran valor a la hora del diseño de los programas y la estructura del Máster. Hemos contado también con la información de las comisiones coordinadoras de los Másteres de Biología Molecular y Celular y, de Física de la Universidad de Zaragoza para diferentes aspectos técnicos del desarrollo de la memoria.

**Externos:** Como es natural, como marco general de referencia hemos partido de la directrices que la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) introdujo en el Libro Blanco de las titulaciones de Grado y Posgrado de Bioquímica y Biotecnología), publicado el 2 de diciembre de 2005 (http://www.aneca.es/var/media/150236/libroblanco_bioquimica_def.pdf). De sus contenidos destacamos las conclusiones siguientes, en lo que se refiere a la definición de los objetivos a alcanzar por un máster en Bioquímica o Biotecnología:

*Para cumplir este objetivo, se llevarán a cabo los estudios y actividades del Máster que permitan:*

1. *Alcanzar una formación en las disciplinas de especialización y en los avances técnicos con mayor relevancia actual*
2. *Adquirir una visión multidisciplinar de los abordajes científicos a los problemas biológicos*
3. *Adquirir una formación práctica en las materias y metodologías actuales*
4. *Utilizar competencias transversales que le doten de capacidades útiles y las especializaciones que determinen el tipo de Máster (comunicación en inglés, organización y gestión, computación, etc...)*

Estas son las directrices que han guiado el diseño de las líneas maestras de la titulación que aquí proponemos.

Hemos atendido también a los planes de estudio de másteres similares en España y en el extranjero, si bien pocos de ellos intentan hacer hincapié en los aspectos cuantitativos en el ámbito biológico y que son nuestro principal objetivo. Es por ello que hemos recurrido a programas de áreas similares como la Bioinformática (UAB, U. Amsterdam) o la Biofísica (MIT):

En España:

- Máster en biotecnología de la Universidad Autónoma de Madrid http://biociencias.bq.uam.es/master_biotecnologia/
- Máster de biotecnología molecular de la Universidad de Barcelona http://www.ub.edu/web/ub/es/estudis/oferta_formativa/master_universitari/fitxa/B/M0404/index. html
- Máster en bioinformática de la Universidad Autónoma de Barcelona http://mscbioinformatics.uab.cat/base/base3.asp?sitio=msbioinformatics
- Máster universitario en Biotecnología de la Universidad de Santiago de Compostela http://www.usc.es/es/centros/farmacia/titulacions.html?plan=14591&estudio=13369&codEstudio=12950&valor=9
- Máster universitario en Biotecnología y Biomedicina de la universidad de Jaén http://grados.ujaen.es/node/92/master_presentacion
- Máster en Biotecnología avanzada de la universidad de Málaga http://www.biotecnologia.uma.es/cursos.html

En Europa

- Máster in Biotechnology de la Wageningen University (Paises Bajos) http://www.wageningenur.nl/en/Education-Programmes/prospective-master- students/MSc-programmes/MSc-Biotechnology.htm
- Máster of Science Life Science & Technology de la TU Delft (Paises Bajos) http://www.tudelft.nl/en/study/master-of-science/master-programmes/life-science- technology/
- Máster en Molecular Biology and Biotechnology de la Universidad de Groningen (Paises Bajos) http://www.rug.nl/masters/molecular-biology-and- biotechnology/?lang=en
- Máster en Bioinformatics and Systems Biology de la Universidad de Amsterdam (Paises Bajos) http://www.vu.nl/en/programmes/international- masters/programmes/ab/bioinformatics- msc/index.asp
- Máster of Biochemistry and Biotechnology de la Universidad de Gante (Bélgica) https://www.ugent.be/we/en/education/Programmes/masterprogrammes/mabcbt.htm
- Máster en Biotecnología molecular de la Technische Uuniversität München (Alemania) http://mbt.wzw.tum.de/index.php?id=2&L=1
- Máster in Molecular Biotechnology de la Universität Heidelberg (Alemania) http://www.uni- heidelberg.de/fakultaeten/biowissenschaften/studium/studiengang/mbiotechmsc/index_en.html
- Máster in Biotechnology de la Universidad de Manchester http://www.ceas.manchester.ac.uk/study/postgraduate-taught/biotechnology1yearmsc/
- MPhil in Chemical Engineering and Biotechnology de la Universidad de Cambridge http://www.ceb.cam.ac.uk/postgraduates-tab/mphil-research
- MSc Biotechnology de la Universidad de Leeds http://www.fbs.leeds.ac.uk/gradschool/biotech/index.php
- Master Programme in Molecular Biotechnology de la Universidad de Uppsala (Suecia) http://www.uu.se/en/admissions/master/selma/program/?pKod=TMB2M&lasar=14/15

En EEUU

- Biotechnology Graduate Program de la Universidad de Harvard (Harvard Extension School) http://www.extension.harvard.edu/degrees-programs/biotechnology x El Biotechnology Training Program del MIT http://btp.mit.edu/
- El Biophysics certificate program del mismo centro (MIT, http://biophysics.mit.edu/MIT_Biophysics/Certificate_Program.html)
- MA in Biotechnology de la Universidad de Columbia http://www.columbia.edu/cu/biology/pages/ma-biotech/pro/intro/index.html
- MsC in Biotechnology de la John Hopkins University http://advanced.jhu.edu/academics/graduate-degree-programs/biotechnology/ y su homólogo enfocado a la empresa http://advanced.jhu.edu/academics/dual-degree- programs/biotechnology- mba/
- MBS in Biotechnology and Genomic de la Universidad de Rutgers http://psm.rutgers.edu/programs/biotechnology-genomics
- MsC in Biotechnology de la Universidad de Pennsylvania http://www.upenn.edu/biotech/

La información contenida en estas fuentes ha sido recabada y analizada por los miembros de la comisión que ha elaborado la propuesta de memoria para el Máster. Los miembros de la comisión han valorado y utilizado, en su caso, dicha información para perfeccionar los primeros borradores de la memoria. La mayoría de los másteres en Biotecnología dejan fuera de sus *curricula* los aspectos cuantitativos. En España, por ejemplo, encontramos solo unos pocos másteres (Universidad de Málaga o Universidad de Santiago de Compostela) donde se incluye una asignatura de Bioinformática, y en casos como la Universidad de Jaén, en la misma asignatura se incluye la Biología de Sistemas y la Genómica. En el resto de casos (UAM, UB), la formación se centra en disciplinas de bioquímica y biología, sin entrar en profundidad en los aspectos cuantitativos de la disciplina. Algo similar ocurre a nivel europeo, donde, junto a los casos en los que encontramos una pequeña formación en Bioinformática (Universidad de Uppsala, Universidad de Leeds), encontramos otros donde prima la orientación empresarial (Universidad de Cambridge, Universidad de Wageningen, Universidad de Manchester). Sólo hemos encontrado un caso próximo a nuestro curriculum, como es el de la Universidad de Heidelberg, donde hay una mayor formación en Física y Matemáticas, pero también un gran peso de las asignaturas de Química (por supuesto, todo ello para un máster con una duración de dos años). En EEUU encontramos una situación similar: gran abundancia de másteres donde se incluyen líneas con cierto peso para las asignaturas de Bioinformática (Universidad de Harvard, Universidad de Pennsilvania, Universidad John Hopkins), pero muy pocos casos donde se incluyan asignaturas de Biofísica. La excepción es, en cierta medida, la universidad de Columbia, donde se incluyen, aunque como asignaturas optativas, un número significativo de asignaturas centradas en la física y, por supuesto, en la estadística y en la computación aplicadas al mundo de la Biotecnología. Por todo ello, otra referencia importante para nosotros ha sido el Physics Certificate Program del MIT. En este caso, sin embargo, las diferencias respecto a nuestro programa se dan en los aspectos más biológicos, tanto teóricos como experimentales, que en dicho máster no son tratados en tanta profundidad como en nuestra propuesta. También nos hemos inspirado en algunos másteres de Bioinformática, como el de la Universidad de Ámsterdam o el de la Universidad Autónoma de Barcelona.]

Tras todo este análisis, hemos diseñado tres asignaturas (Simulación de Biomoléculas, Bioestadística y Bioinformática, Modelización de Sistemas Biológicos) y, en cierta medida, la asignatura de Biología Sintética y de Sistemas, cuyos contenidos han sido concebidos para ser complementarios entre sí. En ellas hemos intentado combinar todas esas referencias y proporcionar una formación profunda a nuestros egresados de los fundamentos físicos y matemáticos y una gran cantidad de herramientas que complementan y ayudan a explicar las disciplinas bioquímicas y biológicas que completan el curriculum. Queremos destacar que no hemos encontrado ningún caso como el máster presentado en que se estructure un enfoque integrado de enseñanza teórica y experimental que permita una visión conjunta y complementaria de la Física, la Química, la Biología, la Estadística y la Computación, donde las diferentes interconexiones (Biofísica, Bioquímica, Física y Química Computacional, Bioinformática, Biología de Sistemas…) permitirán el abordaje de problemas biotecnológicos relevantes actuales.

Por otra parte, hemos recabado la opinión de destacados agentes sociales, como empresas de relevancia biotecnológica agrupadas en el clústeres ARABIOTECH, que han analizado la memoria del Máster de Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery y han expresado su apoyo mediante cartas que adjuntamos. Así mismo, como se ha mencionado, en la Comisión que ha elaborado la Memoria del Máster ha participado un empresario aragonés, el Dr. Carlos Genzor, director de CerTest Biotec, que ha contribuido con su visión a la configuración general del Máster y al diseño de la asignatura de Prácticas Externas.

**2.3 DIFERENCIACIÓN DE TÍTULOS DENTRO DE LA MISMA UNIVERSIDAD.**

Este Máster viene a complementar los Másteres en Biología Molecular y Celular y el Máster en Física y Tecnologías Físicas de la Universidad de Zaragoza, ofreciendo las herramientas cuantitativas de los que carece el primero y un campo de interesantes aplicaciones en Biotecnología, una rama de enorme desarrollo en el presente siglo a la que no atiende directamente el segundo. Los egresados obtendrán una sólida formación en el ámbito de la Biotecnología experimental y computacional que les capacitará para abordar problemas biológicos de gran actualidad y demanda en la industria (como el diseño de fármacos, la identificación de nuevas moléculas bioactivas, la estabilización de enzimas para procesos industriales y de biorremediación, la ingeniería de microorganismos, etc.) con una perspectiva multidisciplinar que, actualmente, no se ofrece en ninguna otra titulación en el campus Iberus. Así mismo, la realización del Máster capacitará a los estudiantes para iniciar un doctorado tanto en áreas de Ciencias de la Salud como Ciencias Agrarias o Ambientales, Física Aplicada, Bioquímica y Biología Molecular, Biología Estructural y Biocomputación, entre otras. Además, les permitirá adquirir motivación y una formación muy valiosa de cara a la creación de empresas de Biotecnología.

## 3. COMPETENCIAS

### 3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

**BÁSICAS**

CB 6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB 7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB 8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB 9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB 10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

**GENERALES**
CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información
CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad
CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia
CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio
CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas
CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.
CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.
CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales
CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos

### 3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES
CT 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto
CT 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CT 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio
CT 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.).
CT 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación.
CT 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación.
CT 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario

### 3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE 01 - Saber construir una red biológica a partir de los datos experimentales presentes en la literatura
CE 02 - Saber caracterizar la red desde el punto de vista de sus propiedades estructurales
CE 03 - Conocer las características y funciones de las principales redes de interés biológicos
CE 04 - Conocer los procesos dinámicos que tiene lugar en las redes biológicas
CE 05 - Saber plantear y realizar una simulación de la dinámica en redes reales, para reproducir los datos experimentales
CE 06 - Localizar, visualizar e interpretar información sobre la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas (proteínas, ácidos nucleicos, etc) y de moléculas orgánicas o complejos organometálicos
CE 07 - Utilizar campos de fuerzas para evaluar la energía de un sistema que incluya moléculas de relevancia biológica y las fuerzas que operan sobre el mismo.

CE 08 - Elegir los algoritmos de minimización, de integración y de control de variables generales de simulaciones adecuados para una determinada simulación
CE 09 - Realizar simulaciones de dinámica molecular para describir la evolución temporal de un sistema de moléculas biológicas (descripción del conjunto nativo, reacciones de plegamiento/desplegamiento, reacciones de unión/disociación proteína/ligando)
CE 10 - Diseñar y utilizar simulaciones de Montecarlo para realizar muestreo conformacional y cálculo de propiedades promedio
CE 11 - Realizar análisis de simulaciones aplicando análisis de componentes principales, de modos normales de vibración y de cálculo de diferencias de energía libre.
CE 12 - Entender los principios de las simulaciones de mecánica cuántica y su relación con las simulaciones de dinámica molecular
CE 13 - Realizar simulaciones híbridas (MM/QM) para el estudio de reacciones enzimáticas
CE 14 - Realizar acoplamiento molecular (docking) proteína/proteína y proteína/ligando con distintos niveles de flexibilidad conformacional
CE 15 - Encadenar ensayos de acoplamiento entre una diana y una biblioteca de ligandos.
CE 16 - Formular las ecuaciones básicas y balances de materia característicos de los equilibrios de unión proteína ligando sencillos
CE 17 - Diseñar ensayos de identificación de sustancias con actividades biológicas predeterminadas
CE 18 - Adaptar ensayos de identificación a formatos de alto rendimiento para cribar colecciones extensas de compuestos candidatos.
CE 19 - Aplicar conocimientos de acoplamiento molecular (docking) a la identificación de compuestos unidores (chaperonas farmacológicas ó inhibidores)
CE 20 - Diseñar procedimientos de análisis de productos naturales encaminados a la identificación del principio activo
CE 21 - Diseñar ensayos celulares y animales de toxicidad, de biodisponibilidad y de efectividad de compuestos bioactivos
CE 22 - Aplicar técnicas estadísticas para llevar a cabo estudios que relacionen estructura molecular con actividad biológica y permitan generar modelos predictivos
CE 23 - Identificar las técnicas de ingeniería de proteínas adecuadas para modificar o combinar funciones de proteínas preexistentes
CE 24 - Diseñar estrategias de estabilización de proteínas diana
CE 25 - Plantear y realizar los experimentos que conducen a resolver un problema de investigación científica o tecnológica valorando sus plazos y su rentabilidad
CE 26 - Valorar y discutir los datos obtenidos en el trabajo personal con capacidad crítica confrontándolos con los ya publicados en revistas científicas o utilizados por empresas biotecnológicas
CE 27 - Valorar y discutir los datos obtenidos con expertos en el área de la Biotecnología
CE 28 - Expresar de forma escrita y oral los resultados de un trabajo de investigación con la terminología de la Biotecnología y Biología Computacional.
CE 29 - Desarrollar hábitos de trabajo en un laboratorio con material biológico.
CE 30 - Dominar la terminología básica de la biología y expresar correctamente los conceptos y principios biológicos.
CE 31 - Comprender los principios generales, estructurales y funcionales que comparten los seres vivos.
CE 32 -Conocer la estructura y funciones de los orgánulos de una célula eucariota.
CE 33 - Adquirir una visión integrada general del funcionamiento celular y relacionar la actividad de los distintos compartimentos celulares.
CE 34 - Familiarizarse con algunas técnicas instrumentales básicas de la biología, en particular, interpretar resultados obtenidos mediante microscopía óptica.
CE 35 - Comprender las bases biológicas sobre las que se fundamenta la aplicación y extensión de la biología a varios campos.
CE 36 -Comprender los principios básicos que rigen la evolución de los seres vivos.
CE 37 - Conocer los tipos de estructuras que adquieren los principales polímeros biológicos.
CE 38 -Ser capaz de relacionar las estructuras de las macromoléculas biológicas con las propiedades de los monómeros constituyentes.
CE 39 - Ser capaz de relacionar las estructuras de las macromoléculas biológicas con los distintos tipos de interacciones que estos establecen entre sí y con las moléculas de disolvente.
CE 40 - Ser capaz de relacionar la estructura de las macromoléculas con sus funciones biológicas.
CE 41 - Manejo del lenguaje de las Ciencias Básicas.
CE 42 - Manejo de los elementos fundamentales de las Ciencias Básicas que se aplican en el análisis de problemas biológicos.
CE 43 - Reconocer los principales elementos de las Ciencias Básicas que aparecen en problemas biológicos.
CE 44 - Saber construir y validar los principales modelos Físico-Químico-Matemáticos que aparecen en los problemas biológicos.

CE 45 - Comprender y manejar el lenguaje de la Informática para poder comunicar correcta y eficientemente las necesidades a administradores de sistemas y otros expertos en informática los problemas y necesidades que aparecen en la investigación en problemas biológicos y/o bioinformáticos.
CE 46 - Conocimiento y manejo de las herramientas informáticas básicas que se aplican para el desarrollo y estudio de problemas biológicos.
CE 47 - Conocimiento y manejo de los recursos en la web que son útiles para el desarrollo y estudio de problemas biológicos.
CE 48 - Manejo y conocimiento básico de algunos de los lenguajes de programación más ampliamente utilizados en el ámbito los problemas biológicos y/o bioinformáticos.
CE 49 - Saber construir y desarrollar código para resolver problemas relativamente sencillos en relación al tratamiento de datos biológicos y/o bioinformáticos.
CE 50 - Utilizar diversas técnicas instrumentales de uso habitual en la determinación cuantitativa de parámetros que definen el comportamiento de las biomoléculas.
CE 51 - Planificar el correspondiente desarrollo metodológico y de preparación del material biológico para la utilización de técnicas instrumentales en Biotecnología.
CE 52 - Diseñar experimentos (y/o aplicaciones) que requieran de equipamiento instrumental en la áreas de Bioquímica, Biotecnología, Biomedicina, etc..
CE 53 - Interpretar los resultados de técnicas espectroscópicas y físico-químicas en términos Bioquímicos y Biotecnológicos. Análisis crítico de la información.
CE 54 - Analizar cuantitativamente resultados experimentales con objeto de determinar parámetros de interacción, cinéticos y termodinámicos de los procesos que implican biomoléculas.
CE 55 - Buscar y analizar información específica y transmitir conceptos básicos acerca de las metodologías y los resultados obtenidos desde el punto de vista de la Biotecnología Cuantitativa.
CE 56 - Seleccionar la técnica instrumental más adecuada para cada caso particular.
CE 57 -Transmitir conceptos básicos acerca de las técnicas instrumentales estudiadas y su aplicación.
CE 58 - Seleccionar el microorganismo, modelo celular o el organismo pluricelular más adecuado para cada tipo de proyecto o experimento.
CE 59 - Dominar los distintos métodos de cultivo celular, tanto de procariotas como de eucariotas, y de manipulación de los animales más frecuentemente utilizados en investigación en los campos de la Biotecnología y la Biomedicina.
CE 60 - Conocer y aplicar las ventajas e inconvenientes de cada modelo celular o animal así como los riesgos implicados en su manipulación y la normativa general que rige su utilización.
CE 61 - Utilizar las técnicas más modernas de manipulación genética desde microorganismos hasta animales.
CE 62 - Utilizar las técnicas más modernas de análisis y visualización en modelos celulares y animales, desde el nivel molecular hasta el de tejidos y órganos.
CE 63 - Integrar y aplicar las tecnologías más modernas utilizadas en Biotecnología y Biomedicina.
CE 64 - Evaluar el interés de una molécula o estructura biológica determinada como diana terapéutica
CE 65- Conocer las herramientas básicas de la Química Médica
CE 66 - Diseñar ensayos farmacocinéticos y farmacodinámicos adaptados a compuestos concretos
CE 67 - Aplicar principios de diseño a la mejora de las propiedades ADMET de compuestos candidatos
CE 68 - Entender el proceso de aprobación y comercialización de un fármaco
CE 69 - Conocer las bases de la teoría de sistemas dinámicos y de la mecánica estadística que se usan para la modelación matemática de los sistemas biológicos.
CE 70 - Saber formular el modelo teórico apropiado para la descripción de los resultados experimentales disponibles.
CE 71 - Saber las bases teóricas de los paquetes principales de simulación
CE 72 - Utilizar las técnicas de simulación y los métodos de aproximación más importantes
CE 73 - Conocer los modelos probabilísticos y técnicas estadísticas más relevantes en el análisis de datos biológicos.
CE 74 - Manejar adecuadamente las técnicas de inferencia estadística adecuadas a cada problema.
CE 75 - Saber construir y validar modelos de predicción (modelos lineales, …) y de clasificación (modelos logísticos, …).
CE 76 - Reconocer los principales formatos de datos en bioinformática.
CE 77 - Conocer los algoritmos básicos de alineamientos de secuencias y estructuras de proteínas.
CE 78 - Conocer dos aproximaciones fundamentales para la inferencia de árboles filogenéticos.
CE 79 - Manejo en modo local de herramientas fundamentales: BLAST+, BWA, HMMER, CLUSTAL-OMEGA, MAMMOTH, MODELTEST, PHYML.
CE 80 - Manejar lenguajes de programación y tratamiento de datos biológicos avanzado para analizar datos, representarlos gráficamente y programar algoritmos con ellos.
CE 81 - Manejo de scripts en el terminal para manipular grandes ficheros de datos
CE 82 - Interpretar datos cuantitativos para discriminar hipótesis complejas.

CE 83 - Traducir los resultados de análisis cuantitativos en conclusiones de relevancia Biológica sobre el sistema bajo estudio.
CE 84 - Identificar los aspectos más problemáticos de un diseño experimental, desde su viabilidad técnica y económica hasta el poder estadístico asociado.
CE 85 - Desenvolverse con familiaridad con el entorno multidisciplinar en investigación biomédica.
CE 86 - Desarrollar un lenguaje efectivo para la colaboración en el desarrollo de proyectos interdisciplinares en Biomedicina (wet-to-dry lab).
CE 87 - Familiarizarse con los principales tipos de datasets masivos de mayor relevancia en investigación Biomédica contemporánea..
CE 88 - Adquirir fluidez en el manejo computacional básico de grandes datasets de información Biológica: manejo de tablas, almacenamiento, lectura/escritura y parsing, estimación del escalado de tiempo de computación y memoria.
CE 89 Hacer uso de bash scripting y fundamentos de paralelización para implementar pipelines analíticos sencillos.
CE 90 - Aplicar conceptos básicos de estadística y computación al análisis de big data.
CE 91 Identificar y resolver en lo posible casos claros de falta de calidad en datasets biomédicos (profundidad de secuenciación insuficiente, efectos de variación entre lotes, muestras anómalas, fallos de etiquetado).
CE 92- Implementar pipelines sencillos para el análisis de datos de secuenciación de ARN
CE 93- Explorar las principales aplicaciones de la teoría de redes al análisis de datos ómicos: co-expresión, k-nearest neighbors networks, clustering e imputación de missing data.
CE 94- Utilizar técnicas de inferencia causal (análisis de mediación, randomización mendeliana), y aplicarlas a ejemplos específicos en Biomedicina.
CE 95 - Identificar y evitar conductas de riesgo que comprometen la reproducibilidad de los análisis en Bio-medicina: (sesgo de publicación, poder estadístico limitado, P-value hacking, y HARKking (hypothesizing after results are known)
CE 96 - Dirigir, gestionar y administrar empresas y organizaciones.
CE 97 - Conocer el funcionamiento de cualquiera de las áreas funcionales de una empresa u organización (PYME) y desempeñar con soltura cualquier labor de gestión en ellas encomendada.
CE 98 - Valorar la situación y la evolución previsible de empresas y organizaciones (PYME), tomar decisiones y extraer el conocimiento relevante.
CE 99 - Elaborar y redactar proyectos de gestión global de empresas y organizaciones de carácter PYME.
CE 100 - Emitir informes de asesoramiento sobre situaciones concretas de mercados, sectores, organizaciones, empresas y sus áreas funcionales de carácter PYME.
CE 101 - Aplicar en un entorno no académico los conocimientos adquiridos.
CE 102 - Fomentar la colaboración con otros profesionales y desarrollar el trabajo en equipo.
CE 103 - Conocer las bases moleculares de la manipulación de la información génica en microorganismos, animales y plantas.
CE 104 - Ser capaz de trabajar de forma adecuada en un laboratorio con material biológico, incluyendo seguridad, manipulación y eliminación de residuos biológicos y registro anotado de actividades.
CE 105 - Ser capaz de abordar y resolver problemas técnicos de procesos biotecnológicos, contemplando diferentes perspectivas con información cualitativa y cuantitativa.
CE 106 - Ser capaz de diseñar y realizar experimentos y protocolos en el campo de la Biotecnología.
CE 107- Ser capaz de calcular e interpretar datos derivados de las observaciones experimentales en relación con su significación y las limitaciones de la aproximación experimental.

## 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

### 4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRICULACIÓN

La Facultad de Ciencias desarrolla todos los años diversas actividades para difundir la información sobre las titulaciones que ofrece entre los potenciales alumnos. Así mismo, se programan diferentes acciones destinadas a facilitar la incorporación de los nuevos estudiantes a la vida universitaria en general y a mostrar las características propias del centro y de la titulación concreta en la que se han matriculado.

### 4.1.1 Actividades de difusión de la información sobre la titulación y el centro, previas a la matriculación.

Las actividades de difusión descritas en el apartado 2.1.4 estarán orientadas a redirigir al potencial candidato hacia la página web del máster de Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery, en inglés, que recogerá toda la información relevante, y en particular:

- Perfil de ingreso y criterios de acceso. Criterios de selección en el caso de que la oferta supere a la demanda.
- Coste económico del máster y becas disponibles.
- Programa detallado del plan de estudios (incluyendo el programa de las asignaturas, las Propuestas de Trabajo Fin de Máster de años anteriores, los horarios de clase, el calendario de exámenes).
- Trámites y plazos para solicitar plaza y matricularse en el máster de Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery. Relación de alumnos admitidos y listas de espera.
- Características del BIFI y de la Facultad de Ciencias: aulas y laboratorios involucrados en la docencia e infraestructura disponible para la investigación
- Cómo solicitar información adicional de interés para el estudiante.

Dicha página sustituirá y ampliará la página actual del máster en Biotecnología Cuantitativa (master.bifi.es), y es importante destacar su papel central a la hora de captar estudiantes: por un lado, muchas de las preguntas que actualmente llegan al coordinador del máster en Biotecnología Cuantitativa por parte de los estudiantes interesado en matricularse, se hacen a través de la dirección de correo electrónico especificada en esa web, lo que subraya su eficacia como canal de difusión. Por otro lado, cabe destacar como las páginas oficiales de la Universidad de Zaragoza relativas al acceso, admisión y becas son especialmente arduas para personas de habla inglesa: todavía ahora, mucha de la información relevante para los estudiantes potenciales está exclusivamente en español (por ejemplo, la información de las becas), la información está distribuida en varias páginas, y falta un resumen de la información relevante según el perfil del solicitante (la impresión es que se asume por defecto que el destinatario de las páginas es un estudiante o un graduado de la Universidad de Zaragoza). En esta situación, la presencia de una página web en inglés bien estructurada y específica para el máster en Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery, puede hacer la diferencia entre tener estudiantes y no tenerlos.

Además de la página web, se elaborará un díptico sobre el máster que se difundirá en Universidades Europeas con especial atención a las que presenten centros de excelencia con afinidades temáticas con el máster o una cierta proximidad geográfica con la Universidad de Zaragoza. La sección de relaciones internacionales de la UZ publicitará el máster en diversas ferias educativas en Asia y en EE.UU. a las que la Universidad de Zaragoza asiste con regularidad. En la medida de lo posible se difundirá el interés del Máster de Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery en actividades no Universitarias, tales como seminarios y encuentros especializados.

En cuanto al Centro de impartición, las páginas web de la Facultad de Ciencias (ciencias.unizar.es) y BIFI (www.bifi.es) proporcionan amplia información sobre el mismo y su participación en diferentes actividades de difusión.

La página web de la Universidad de Zaragoza también proporcionará información sobre este máster en la página web dedicada a los programas oficiales de postgrado (http://titulaciones.unizar.es)

### 4.1.2 Perfil de ingreso

Aunque el perfil de los estudiantes del Máster serán preferentemente egresados de Grados o Licenciaturas en Biotecnología, Bioquímica, Física, Biología ó Química, también se considera apropiado para egresados de los Grados y Licenciaturas en Farmacia, Medicina, Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Matemáticas, y Estadística, así como de aquellas titulaciones, especialmente de fuera de nuestro país, que a juicio del coordinador del Máster y de la Comisión de Garantías del Título resulten suficientemente afines a pesar de tener una denominación diferente.

Se espera de los estudiantes del máster un buen conocimiento del idioma inglés que les permita entender las clases y, más aún, expresarse, interaccionar con el profesor y con los compañeros, aprobar los exámenes y redactar y defender el Trabajo fin de Máster. Un nivel B2 o equivalente se considera apropiado.

Las siguientes habilidades se consideran así mismo especialmente adecuadas y deseables para los alumnos de este máster:

- Reconocer la necesidad del aprendizaje a lo largo de la vida y poseer una disposición activa para hacerlo
- Ser capaz de organizar y de planificar el propio trabajo
- Ser capaz de recoger y analizar información de diferentes fuentes
- Ser capaz de aprender de forma autónoma
- Tener capacidad de autoevaluación y autocrítica
- Contar con capacidad de trabajo en equipo y de adaptación a equipos multidisciplinares
- Disponer de capacidad de análisis y de síntesis
- Ser capaz de evaluar, interpretar y sintetizar datos
- Capacidad para trabajar en un laboratorio estándar

### 4.1.3 Información académica

La página web de Titulaciones de la Universidad de Zaragoza, accesible desde la página web del centro https://estudios.unizar.es/estudio/lista-ramas?tipo_id=6, es la vía más directa para acceder a la información sobre los objetivos del programa formativo, programas de asignaturas o materias y, en general, cualquier aspecto académico de la titulación. Además, esta es la información oficial sobre la titulación, y prima sobre cualquier otra información de otra fuente. Esta base de datos se actualiza anualmente y en ella pueden encontrarse desarrolladas las materias que constituyen el Plan de Estudios de las titulaciones ofertadas por la Universidad de Zaragoza, incluyendo:

Objetivos del programa formativo

Características generales de las materias o asignaturas

Objetivos específicos de las materias o asignaturas

Contenidos del programa

Personal académico responsable de las materias

Bibliografía y fuentes de referencia

Criterios de evaluación

Otros cauces de información de temas académicos son:

Tablones de anuncios de la Secretaría del centro de la titulación.

Listas institucionales de correo electrónico, dirigidas a PDI, PAS y alumnos, de las cuales se hace uso para comunicaciones de interés general. La gestión general de listas de correo por el Servicio de Informática y Comunicaciones de la Universidad de Zaragoza está descrita en la página web: https://webmail.unizar.es/listas.php

## 4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

### 4.2.1 Acceso

Los requisitos de acceso de los estudiantes son los recogidos en las páginas web de la Universidad de Zaragoza, para todos los estudios de máster:

<u>1.- Adecuación del Título Universitario de Acceso</u>

-Para acceder a las enseñanzas oficiales del máster “Biotechnology, Bio-Big Data and Drug Discovery” será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de máster.

-Asimismo, podrán acceder al máster los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la

Universidad de Zaragoza de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de máster.

-En concreto, los títulos de acceso al máster son Grado o Licenciatura en Biotecnología, Bioquímica, Física, Biología, Química, Farmacia, Medicina, Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Matemáticas, y Estadística. Dado que existen numerosas titulaciones, especialmente fuera de nuestro país, que pueden proporcionar un acceso adecuado al Máster pero cuya denominación puede ser distinta, el coordinador del máster "Biotechnology, Bio-Big Data and Drug Discover" evaluará en cada caso si una determinada titulación distinta de las indicadas es apropiada para dar acceso al máster.

2.- Conocimiento del idioma

Dado que toda la titulación se imparte en inglés, se exigirá a los candidatos un nivel B2 o equivalente.

### 4.2.2 Admisión

La adjudicación de las plazas será responsabilidad del coordinador/a del máster que, nombrará un comité de selección en el que participarán, por lo menos, el presidente de la comisión de garantía y otro profesor del máster. Este comité elaborará un baremo para la evaluación de las candidaturas, cuyos criterios incluirán el expediente académico del candidato y la formación previa relacionada con el máster. El comité decidirá también el umbral mínimo de puntuación, y redactará sendas listas de candidatos para las diferentes fases de acceso, reservándose también la posibilidad de entrevistas con los candidatos para, por ejemplo, comprobar el nivel de inglés cuando falte una certificación específica o ésta sea insuficiente. De acuerdo a la normativa de la Universidad, de todas formas, el cumplimiento con todos los requisitos de acceso prima, en cada momento, sobre las listas elaboradas por el comité de selección: por lo tanto, por ejemplo, un candidato con mejor expediente que prescinda en la primera fase de la certificación B2 de inglés, pero la obtenga sólo a tiempo para la última fase, puede verse excluido por la existencia de candidatos en la primera y segunda fase que cumplan todos los requisitos, aun con menor baremación de su expediente.

En el caso de que no se matriculasen todos los estudiantes admitidos, el coordinador del máster se pondrá en contacto con los reservas para que pudieran proceder a su matriculación, en el caso de seguir interesados.

En la página web la UZ se especifican los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados para estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de la discapacidad. En su caso se evaluará la necesidad de posibles adaptaciones curriculares.

NORMATIVA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Los detalles de los trámites y plazos de admisión, así como la normativa de acceso, se recogen en la RESOLUCIÓN de 23 de enero de 2019, de la Universidad de Zaragoza, por la que se hacen públicos los plazos y procedimientos para solicitar la admisión en las enseñanzas oficiales de Máster Universitario para el curso académico 2019-2020:

http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1058424743838

## 4.3 APOYO Y ORIENTACIÓN A ESTUDIANTES UNA VEZ MATRICULADOS

### 4.3.1. Programa Tutor general de la Universidad de Zaragoza

En la Universidad de Zaragoza se desarrolla un programa de acción tutorial, regulado por el Documento marco del Proyecto Tutor dentro del Plan integral en Convergencia Europea para los centros de la Universidad de Zaragoza. Hay que destacar que más de la mitad de los profesores del Máster participan regularmente en el proyecto tutor de la Universidad de Zaragoza. La actividad central del Proyecto Tutor la constituyen las tutorías personales de apoyo y seguimiento. Es importante destacar que no se trata de las tutorías académicas convencionales. El profesor tutor tiene a su cargo un grupo reducido de estudiantes, que

no deben ser alumnos de su asignatura, y se convierte en formador y orientador del estudiante, realizando las siguientes funciones:

- Función informativa. Proporcionar fuentes de información y recursos que les puedan ser útiles para sus estudios.
- Función de seguimiento académica y de intervención formativa.
- Función de seguimiento del rendimiento del estudiante, colaborando en la mejora de los procesos de aprendizaje y estimulando el rendimiento y la participación en actividades relacionadas con su formación.
- Función de orientación. Ayudar al alumno a planificar su itinerario e informarle de las posibilidades que tiene al terminar los estudios.

Los objetivos generales de las tutorías son:

- Facilitar el progreso del alumno en las etapas de desarrollo personal, proporcionándole técnicas y habilidades de estudio y estrategias para rentabilizar mejor el propio esfuerzo.
- Favorecer la integración en el centro.
- Ayudar al estudiante a diseñar su plan curricular en función de sus intereses y posibilidades.
- Reforzar el espíritu crítico de los estudiantes con respecto a su propia actitud ante los estudios y su futura profesión.
- Reforzar el realismo en relación al propio trabajo y sentar así las bases de una correcta autoevaluación.
- Detectar problemas académicos que puedan tener los estudiantes y contribuir a su solución.

**4.3.2. Servicios generales de acogida y orientación de la Universidad de Zaragoza**

Los estudiantes ya admitidos y matriculados contarán, además con los procedimientos y servicios de acogida y orientación propios de la Universidad de Zaragoza que incluyen:

SERVICIO DE RELACIONES INTERNACIONALES. Puesto que esperamos contar con alumnado extranjero, dado el carácter internacional del máster, la sección de relaciones internacionales de la Universidad de Zaragoza brindará a los estudiantes el apoyo necesario para facilitarles el proceso de matriculación y proporcionarles información práctica sobre la ciudad, transportes, oferta de pisos, habitaciones, colegios mayores, asistencia médica, cursos para extranjeros, etc.

SERVICIO DE ASESORÍAS PARA JÓVENES. La Universidad de Zaragoza cuenta con un Servicio de Asesorías para Jóvenes que incluye Asesoría Jurídica, Asesoría de Estudios, Asesoría Psicológica, y Asesoría Sexológica así como cursos taller y otras actividades. Este servicio es gratuito, personalizado y anónimo.

SERVICIO DE ORIENTACIÓN PSICOLÓGICA PARA ESTUDIANTES. Este servicio, totalmente gratuito, ofrecido por la Universidad de Zaragoza está dirigido a prestar ayuda sobre problemas de: Orientación vocacional - Falta de concentración - Situaciones de bloqueo ante los exámenes - Inhibición del rendimiento - Tensión nerviosa excesiva - Miedos irracionales y desproporcionados - Descontento con la propia imagen corporal - Sentimientos de inseguridad personal - Dificultades y falta de recursos para establecer amistades o comunicaciones interpersonales - Sentimientos de excesivo malestar y cualquier otro tema que puedan plantear los estudiantes.

OFICINA UNIVERSITARIA DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD. La Universidad de Zaragoza cuenta con la Oficina Universitaria de Atención a la Diversidad (OUAD), que depende del Servicio de Gestión Social, dependiente del Vicerrectorado de Proyección Social, Cultural y Relaciones Institucionales. Este servicio tiene como fin último y primordial garantizar la igualdad de oportunidades y la plena integración de los estudiantes universitarios con discapacidad en la vida académica universitaria, además de promover la sensibilización y la concienciación del resto de miembros de dicha comunidad.

BIBLIOTECA DE LA UZ. La biblioteca de la Universidad de Zaragoza imparte cursos de formación sobre el uso del Catálogo de la Biblioteca: Los principales contenidos del curso son: - Información sobre la Biblioteca - Búsqueda de bibliografía en el Catálogo de la UZ - Introducción a otros recursos bibliográficos y de búsqueda

FERIA DE EMPLEO. La Universidad de Zaragoza celebra anualmente una Feria de Empleo (EMPZAR), en la que los estudiantes pueden contactar con empresas, conocer de primera mano la demanda de trabajo en el mercado, entregar su CV, etc.

UNIVERSA. La Universidad de Zaragoza cuenta con el servicio de orientación UNIVERSA. El objetivo principal de este Observatorio de Empleo Universitario es proporcional información sobre todos los factores que inciden en la inserción profesional de los universitarios para facilitar la toma de decisiones en la adecuación de la formación y el empleo universitario en la Comunidad Autónoma de Aragón, facilitando la inserción laboral de los universitarios de la Universidad de Zaragoza. Concretamente UNIVERSA proporciona a los estudiantes y licenciados: - Orientación vía e-mail: respecto a salidas profesionales, cómo elaborar una carta o un currículum, cómo preparar una entrevista de trabajo, etc.,

FEUZ: FUNDACIÓN EMPRESA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. La Fundación Empresa Universidad de Zaragoza se creó, en 1.982, por iniciativa de la Cámara de Comercio e Industria de Zaragoza y la Universidad de Zaragoza para actuar como centro de información, asesoría y coordinación para la Universidad y la Empresa en los campos estratégicos de Formación, Empleo, Promoción de Iniciativas Empresariales y la Innovación, atendiendo retos y oportunidades, ofreciendo soluciones competitivas y promoviendo nuevas fórmulas de cooperación. Entre sus prioridades cabe mencionar:

- Fomentar y desarrollar el diálogo y la colaboración entre la Universidad de Zaragoza y las empresas.
- Promover, proteger y fomentar estudios e investigaciones, tanto en la Universidad como en la Empresa con la colaboración de aquella.
- Realizar un inventario de recursos y necesidades conjuntas que deberán satisfacerse mediante la comunicación, el diálogo y la cooperación permanente.
- Mejorar la formación y cualificación de los Recursos Humanos que revierte en beneficio para las Empresas.
- Tener a disposición de las empresas Bolsa de Estudiantes y Titulados para la realización de prácticas nacionales e internacionales.
- Poner a disposición de las empresas Bolsa de Doctores para su incorporación en Empresas a través del Programa Torres Quevedo.
- Promover la realización de tesinas, tesis, proyectos fin de carrera, etc.
- Disponer de información para las empresas, públicas o privadas, e Instituciones para el establecimiento de relaciones específicas con la Universidad de Zaragoza y coordinar estas relaciones.

#### 4.3.3. Tutorización específica en el marco del Master “Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery”

Además, los estudiantes del máster “Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery” dispondrán de los procedimientos de acogida y orientación específicos, responsabilidad del coordinador del máster y del tutor que les será asignado (cada estudiante contará con un tutor).

El coordinador del máster se ocupará de informar personalmente a los estudiantes sobre la normativa, las enseñanzas, calendario y cualquier otra información relevante así como la entrega de documentación (programa, folletos informativos de las distintas actividades y recursos de la Facultad de Ciencias y de la Universidad, cursos de idiomas, actividades propias del máster, etc.).

Por su parte, el tutor orientará al estudiante en la selección de las asignaturas optativas y el Trabajo Fin de Máster. La optatividad y el Trabajo Fin de Máster estarán vinculados al grado de origen de los candidatos, para lograr así un mayor grado de especialización. Asimismo, proporcionará información sobre los diversos recursos a disposición del estudiante en la Universidad de Zaragoza (secretaría, reprografía, salas de informática, biblioteca, servicio de actividades deportivas, servicio de asesorías para jóvenes, servicio de orientación psicológica para estudiantes, oficina universitaria de atención a la discapacidad, residencias universitarias, etc.). El tutor se asegurará de:

- Promover la integración del alumno en el Máster “Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery” y en la UZ.
- Aconsejar al estudiante sobre su diseño curricular en términos de sus conocimientos previos y expectativas profesionales.

- Incentivar el dialogo entre los estudiantes y el profesorado.

- Promover un entorno donde se el estudiante sea capaz de aportar sus propias ideas, aprendiendo a trabajar en equipo, en un ambiente multidisciplinar e internacional.

- Detectar las dificultades académicas del estudiante, tomando las medidas necesarias para contribuir a su resolución.

- Facilitar el progreso del estudiante, aconsejándole sobre técnicas de estudio y estrategias para obtener el máximo rendimiento y aprovechamiento del Máster que está cursando.

- Fomentar el espíritu autocrítico que todo investigador o profesional altamente cualificado debe poseer.

- Estimular el carácter de liderazgo de los estudiantes que presenten aptitudes para ello

Además, los estudiantes contarán con la ayuda de los coordinadores de cada asignatura, que les aclararán cuestiones propias de la misma que puedan surgir (dudas sobre criterios de evaluación, exámenes, horarios, o cuestiones puramente académicas). A través de las tutorías, los alumnos también recibirán el soporte de los profesores involucrados en el máster. A partir del segundo año de impartición se organizarán charlas de antiguos alumnos del máster que aconsejen y orienten a los estudiantes de nuevo ingreso.

El máster organizará sesiones informativas con colaboradores externos tales como las Empresas biotecnológicas del clúster ARABIOTECH o colaboradores científicos de otros centros para orientar a los estudiantes sobre la incorporación y promoción de los egresados en el mercado laboral, así como orientación de cara a los estudios de Doctorado. Igualmente se informará puntualmente a los alumnos sobre la celebración de eventos de interés como la feria de empleo, cursos, conferencias y talleres específicos, etc.

### 4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

| **Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias** | |
|---|---|
| **MÍNIMO** | **MÁXIMO** |
| 0 | 0 |
| **Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios** | |
| **Adjuntar Título Propio (En caso de reconocer más del 15%, ver guía de ANECA)** | |
| **MÍNIMO** | **MÁXIMO** |
| 0 | 0 |
| **Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional** | |
| **MÍNIMO** | **MÁXIMO** |
| 0 | 0 |

**Normativa de la Universidad de Zaragoza**

**Acuerdo de 27 de junio de 2018, del Consejo de Gobierno de la Universidad, por el que aprueba el Reglamento de reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Zaragoza**

Las modificaciones introducidas en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, el Real Decreto 534/2013, de 12 de julio y el Real Decreto 43/2015, de 3 de febrero, que desarrollan el artículo 46.2.i de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre así como el Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la Educación Superior, desarrollado mediante la Orden de 24 de julio de 2015, del Gobierno de Presidencia, por la que se dispone la publicación de la adenda al convenio de colaboración entre el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza, para el desarrollo de actuaciones conjuntas dirigidas al análisis e identificación de correspondencias para el reconocimiento de créditos entre los estudios de enseñanzas artísticas, deportivas o de formación profesional de grado superior y los estudios universitarios, motivan que se deba adoptar una nueva normativa propia de la Universidad de Zaragoza en el ámbito del reconocimiento de créditos.

En el mismo sentido, el Real Decreto 1791/2010 por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante, recoge en su artículo 7, que los estudiantes tienen derecho “a obtener reconocimiento académico por su participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación en los términos establecidos en la normativa vigente,” así como “a la validación, a efectos académicos, de la experiencia laboral o profesional de acuerdo con las condiciones que, en el marco de la normativa vigente, fije la Universidad”.

El presente Reglamento, por tanto, pretende dotar a la Universidad de Zaragoza de un marco normativo adecuado que permita regular las condiciones bajo las cuales habrán de hacerse efectivos los reconocimientos a los que se ha hecho alusión.

## TÍTULO I.- Reconocimiento de créditos

### *Artículo 1.- Objeto y ámbito de aplicación.*

1. El objeto de este Reglamento es regular el reconocimiento académico de créditos pertenecientes a estudios oficiales de Grado y Máster de la misma u otras universidades, así como el que puede obtenerse por la participación en actividades universitarias, culturales, deportivas, por representación estudiantil, por participación en actividades universitarias solidarias y de cooperación, por otras enseñanzas no universitarias, por estudios propios o por experiencia laboral acreditada, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

2. El ámbito de aplicación del presente Reglamento comprende las enseñanzas de Grado y Máster Universitario regidas por el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, en los términos descritos en la presente norma.

### *Artículo 2.- Definición.*

1. Se entiende por «reconocimiento de créditos» la aceptación por una universidad de los créditos que, habiendo sido obtenidos en unas enseñanzas oficiales, en la misma u otra universidad, son computados en otras distintas a efectos de la obtención de un título oficial. En este contexto, la primera de las enseñanzas se denominará «enseñanza de origen» y la segunda, «enseñanza de destino».

2. En el reconocimiento de créditos se considerarán los conocimientos y competencias adquiridos y debidamente certificados atendiendo al valor formativo conjunto de las actividades académicas, al contexto y objetivos de la materia de la enseñanza de destino y no a la denominación, identidad o afinidad entre asignaturas y programas.

### *Artículo 3.- Aplicación del reconocimiento de créditos*

1. Los créditos reconocidos constarán en el expediente académico del estudiante y en el Suplemento Europeo al Título con la siguiente información:
a) Denominación de la universidad y enseñanza de origen.
b) Asignaturas o materias reconocidas en la enseñanza de destino, así como la denominación y carácter de las que han sido objeto de reconocimiento en la enseñanza de origen.
c) La calificación asignada, según lo dispuesto en el presente reglamento.
d) En su caso, créditos reconocidos de carácter excedentario.

2. Las asignaturas superadas como consecuencia de un proceso de reconocimiento figurarán con la calificación de las asignaturas respectivas en la titulación de origen o su equivalente transcripción en el caso de que el sistema de calificación sea diferente al español. Cuando varias asignaturas conlleven el reconocimiento de una o varias en la titulación de destino, su calificación corresponderá a la media ponderada de aquellas.

3. Cuando no conste calificación en las asignaturas de origen, los créditos reconocidos figurarán con la calificación de «Apto», de acuerdo con lo contemplado en la Resolución de 27 de junio de 2014 de Consejo de Gobierno.

4. En todo caso, los créditos reconocidos computarán a efectos de la obtención del título en la enseñanza de destino, excepto los que tengan el carácter de excedentarios una vez efectuado el reconocimiento.

5. A partir de ese reconocimiento, el estudiante tendrá que cursar, al menos, el número de créditos que reste entre los créditos reconocidos y los totales señalados en el plan de estudios de la titulación en la que se reconocen.

***Artículo 4.- Reconocimiento de créditos en las enseñanzas oficiales de Grado***

1. Según el artículo 13 del RD 1393/2007, modificado por el RD 861/2010, procederá el reconocimiento de créditos con los siguientes criterios:

a. Siempre que el título al que se pretende acceder pertenezca a la misma rama de conocimiento, serán objeto de reconocimiento automático un número de créditos que sea al menos el 15 % del total de los créditos del título de destino, correspondientes a asignaturas o materias de formación básica de dicha rama.

Aquellos créditos de formación básica que no tengan correspondencia en materias o asignaturas de formación básica, serán reconocidos en otras materias o asignaturas, siendo la suma total de créditos reconocidos la misma que los créditos superados en las enseñanzas cursadas.

b. Si los títulos de origen y destino pertenecen a distintas ramas de conocimiento, serán objeto de reconocimiento los créditos obtenidos en aquellas otras materias o asignaturas de formación básica pertenecientes a la rama de conocimiento del título al que se pretende acceder, conforme al Anexo II del RD 1393/2007.

c. El resto de los créditos podrán ser reconocidos teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridos, bien en otras materias o asignaturas o en enseñanzas cursadas por el estudiante o bien asociados a una previa experiencia profesional y los que estuvieran previstos en el plan de estudios.

2. En los términos establecidos en este Reglamento, se podrán reconocer créditos a quienes estando en posesión de un título oficial o con estudios iniciados, accedan a enseñanzas de Grado.

3. El órgano competente del centro de destino elaborará un informe de reconocimiento indicando:

a) Los créditos reconocidos en la enseñanza de destino y su equivalencia en la enseñanza de origen.

b) Los créditos no reconocidos y los motivos de su denegación.

En el caso de que el informe sea desfavorable deberá motivarse convenientemente, detallando las competencias y destrezas no adquiridas por el estudiante entre las asignaturas cursadas y de las que se solicita el reconocimiento.

4. Cada centro tendrá actualizada en su web, al menos en las titulaciones de su rama de conocimiento, unas tablas con las asignaturas cuyos créditos se reconozcan.

5. Según lo dispuesto en el RD 861/2010, los Trabajos Fin de Grado no podrán ser objeto de reconocimiento.

6. Los estudiantes que hayan cursado estudios de Máster universitario podrán obtener reconocimiento de créditos en estudios de Grado siempre que haya adecuación en las competencias asociadas a las asignaturas del Máster y del Grado cuyo reconocimiento se solicita.

***Artículo 5.- Reconocimiento de créditos en programas de movilidad***

1. Las actividades realizadas en el marco de programas de movilidad nacional e internacional serán reconocidas académicamente en las enseñanzas oficiales de Grado y de Máster. Este reconocimiento se plasmará en un contrato de estudios entre el estudiante, el coordinador académico del programa de movilidad y el centro responsable de las enseñanzas que será previo a la estancia y que recogerá las materias a cursar en la universidad de destino, su correspondencia en contenido y duración con las de su plan de estudios y la equivalencia de las calificaciones. El cumplimiento del contrato de estudios por el estudiante implica su reconocimiento académico.

2. Cuando el sistema de calificaciones de la universidad de destino sea diferente al de la Universidad de Zaragoza, los órganos competentes del centro deberán informar al estudiante de la equivalencia de calificaciones con anterioridad a la firma del contrato.

3. Para el reconocimiento de conocimientos y competencias se atenderá al valor formativo conjunto de las actividades académicas desarrolladas y a las competencias adquiridas, todas ellas debidamente certificadas, y no solo a la identidad o afinidad entre asignaturas y programas.

4. Los resultados académicos y las actividades de los programas de movilidad que no formen parte del contrato de estudios y sean acreditados por la universidad de destino serán incluidos en el Suplemento Europeo al Título.

5. El reconocimiento de créditos por actividades realizadas en programas de intercambio internacional se regirá por la normativa vigente, en tanto que en la movilidad nacional deberán tenerse en cuenta las instrucciones que establezca el Sistema de Intercambio entre Centros Universitarios Españoles (SICUE) respetando, en todo caso, lo contemplado en los puntos 1 a 4 de este artículo.

***Artículo 6.- Criterios generales de aplicación para el reconocimiento de créditos por actividades universitarias***

1. Los estudiantes de Grado podrán obtener por titulación 6 créditos ECTS (en adelante ECTS) por reconocimiento académico por su participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación.

2. El número de créditos reconocidos por estas actividades se computarán, a solicitud del estudiante, como créditos optativos en el correspondiente plan de estudios.

3. Para cursos, jornadas y otras actividades, los créditos se reconocerán en función del intervalo de horas que tenga la actividad.

| Intervalo de horas | ECTS a reconocer |
|---|---|
| Entre 15 y 24 (incluidas) | 0,5 |
| Entre 25 y 49 (incluidas) | 1 |
| Entre 50 y 74 (incluidas) | 1,5 |
| De 75 en adelante | 2 |

4. El reconocimiento se realizará por el órgano competente del centro en el marco que establezca la Universidad de Zaragoza, y considerando solo las actividades que se realicen desde el momento en que el estudiante esté matriculado en la misma. El reconocimiento por una actividad determinada solo podrá aplicarse a una titulación.

5. La Universidad podrá programar y autorizar actividades conducentes a la obtención de créditos de la tipología señalada en el apartado uno, que deberán ser reconocidos por los órganos competentes de los centros o, en su caso, por la Comisión de Estudios de Grado.

6. Cada actividad de las señaladas en este artículo tendrá una misma equivalencia en créditos en todos los centros universitarios.

***Artículo 7.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias culturales y complementarias***

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

1. Se entiende por “actividades universitarias culturales y complementarias” aquellas que se organicen como tales por la Universidad de forma centralizada, sus centros, departamentos, institutos universitarios, sus colegios mayores u otras estructuras de la Universidad, así como por otras instituciones, en cuyo caso deben quedar recogidas en el marco de un convenio con la Universidad.

2. Igualmente, se reconocerán como créditos de actividades culturales la participación en los cursos de la Universidad de Verano de Teruel, los cursos extraordinarios de la Universidad de Zaragoza y los cursos impartidos por otras universidades de verano con las que se haya acordado específicamente la actividad.

No obstante, las Comisiones de Garantía de la Calidad de las titulaciones podrán efectuar el reconocimiento de actividades cursadas por los estudiantes en instituciones con las que previamente no se tengan acuerdos siempre que las horas de la actividad estén en el intervalo horario establecido en el artículo anterior y el contenido de la actividad sea relevante y complementario para la adquisición de las destrezas y competencias asociadas al Grado cursado por el estudiante.

3. Los órganos de dirección de los centros, departamentos y aquellas instituciones con las que la Universidad de Zaragoza haya formalizado convenios, podrán proponer a la Universidad el reconocimiento de créditos por la participación en determinadas actividades organizadas, presentando una memoria en la que se indicará las horas de la actividad, las fechas de realización, colectivo al que van dirigidos, el número de créditos a reconocer, así como el sistema de evaluación.

4. La Universidad mantendrá actualizadas y publicará en la web, las actividades universitarias culturales y complementarias que serán objeto de reconocimiento.

***Artículo 8.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias deportivas***

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

1 Se entiende por “actividades universitarias deportivas” la práctica de actividades deportivas de élite o que representen a la Universidad de Zaragoza en campeonatos internacionales, nacionales, autonómicos e interuniversitarios.

Los créditos se reconocerán según el desglose siguiente:

1.1. Competición reglada

| Ámbito de la competición | Créditos ECTS por curso académico |
|---|---|
| Internacional o de élite | 2 |
| Nacional | 1,5 |
| Autonómica | 1 |
| Interuniversitaria o de carácter social | 0,5 |

1.2 Actividades programadas y organizadas por el Servicio de Actividades Deportivas y autorizadas por la Comisión de Estudios de Grado.

El reconocimiento máximo para cada actividad podrá ser de 0,5 ECTS por curso académico.

• La participación en las actividades físico-deportivas: actividades del programa “Deporte y Salud”, escuelas de formación y tecnificación deportiva y las actividades en el medio natural, entre otras.

• La participación en los cursos de formación técnico deportiva enmarcados dentro del programa “Deporte y Ciencia”.

2. Una vez finalizadas las actividades deportivas, el Servicio de Actividades Deportivas elaborará un documento acreditativo para todos los estudiantes inscritos donde figure y se detalle su participación, el cumplimento de la actividad y los créditos asignados.

***Artículo 9.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias de representación estudiantil.***

Para obtener el reconocimiento de créditos por la participación en las actividades recogidas en este artículo, los estudiantes deberán acreditar en los casos que corresponda, la asistencia de un mínimo del 60 %.

Por este tipo de actividades, en las enseñanzas de Grado se reconocerán como máximo 3 ECTS por curso académico por las siguientes:

• Ser representante de curso o grupo de docencia (1 ECTS por curso académico)

• Ser representante de los estudiantes en el Claustro (1 ECTS por curso académico)

• Ser representante de los estudiantes en Consejo de Departamento (0,5 ECTS por curso académico)

• Ser representante de los estudiantes en Junta de Centro (1 ECTS por curso académico)

• Ser representante de los estudiantes en la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación (1 ECTS por curso académico)

• Ser representante de los estudiantes en la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación (1 ECTS por curso académico)

• Ser representante de los estudiantes en la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad (1 ECTS por curso académico)

• Ser representante de los estudiantes en Consejo de Gobierno (2 ECTS por curso académico)

• Participar en órganos directivos en colegios mayores (hasta 2 ECTS por curso académico)

• Otras responsabilidades de coordinación y representación en órganos de participación estudiantil estatutariamente reconocidos (hasta 2 ECTS por curso académico)

• Cualquier otra actividad de coordinación o de representación que determine la Universidad, o que merezca análoga consideración a juicio de los centros (hasta 2 ECTS por curso académico).

***Artículo 10.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias solidarias y de cooperación***

Para obtener el reconocimiento de créditos por la participación en las actividades recogidas en este artículo, los estudiantes deberán acreditar en los casos que corresponda, la asistencia de un mínimo del 60 %.

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

1. Se entiende por “actividades universitarias solidarias y de cooperación” aquellas que contribuyen a la sensibilización, formación y promoción de valores y actitudes éticas y solidarias, desde las que se fomente el compromiso y la implicación social de la juventud sobre la base de la igualdad, la defensa de los derechos humanos, la cultura de la paz, el diálogo intercultural, la educación para la convivencia, la atención a las personas con discapacidad, la inclusión social, el cuidado del medio ambiente, la promoción de la salud y el desarrollo de una cultura preventiva, la accesibilidad con el objetivo de contribuir a la construcción de una sociedad más justa, segura, sostenible y solidaria.

2. Se reconocerán créditos por participar en las siguientes actividades organizadas por:

• Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que desarrollen actividades relacionadas con la solidaridad (1 ECTS por curso académico).

• Entidades de asistencia social que estén dadas de alta en los registros oficiales de las comunidades autónomas (1 ECTS por curso académico)

• Cruz Roja, Donantes de Sangre, Asociación de Ayuda en Carretera o similares (1 ECTS por curso académico)

• Iniciativas de voluntariado, tanto social como ambiental o solidario (1 ECTS por curso académico)

• Proyectos de carácter interno organizados por la Universidad de Zaragoza (1 ECTS por curso académico)

***Artículo 11.- Reconocimiento de créditos por otras actividades universitarias***

Para obtener el reconocimiento de créditos por la participación en las actividades recogidas en este artículo, los estudiantes deberán acreditar en los casos que corresponda, la asistencia de un mínimo del 60 %.

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

Se entiende por “otras actividades universitarias” la participación y colaboración en:

a) El Programa Mentor dentro del sistema establecido en cada centro.

Se podrá solicitar el reconocimiento de créditos por la labor realizada acompañando de un informe detallado y favorable del órgano competente del centro que mencione expresamente el número estimado de horas que el estudiante ha invertido en su actividad de mentorización, incluyendo todos los aspectos: las sesiones de orientación y apoyo con los alumnos mentorizados, reuniones con el profesor coordinador de esta actividad, etc. (Hasta 2 ECTS por curso académico).

b) Actividades de forma continuada, de orientación y difusión (charlas en centros de secundaria, jornadas de puertas abiertas, programas de mediadores informativos en los centros etc.) (0,5 ECTS por curso académico).

c) Atención a la diversidad (1 ECTS por curso académico)

d) Integración social: sensibilización, formación y promoción de la solidaridad, los derechos humanos, la cultura de la paz y la cohesión social, así como el diseño de aplicación de estrategias de inclusión social (1 ECTS por curso académico)

e) Actividades que propicien la conexión entre la Universidad y el entorno real:

• Actividades organizadas por la Oficina Verde y asociaciones vinculadas a la ecología: acciones de sensibilización ambiental, desarrollo sostenible, consumo responsable, reducción de emisiones, fomento de energías alternativas y reducción de residuos, así como su reciclaje (0,5 ECTS por actividad).

• Actividades organizadas por la “Universidad saludable”: acciones de sensibilización relacionadas con la promoción de la salud y la práctica de hábitos de vida saludable (0,5 ECTS por actividad)

• Participar en la organización y desarrollo de la feria de empleo de la Universidad de Zaragoza (0,5 ECTS por curso académico)

f) Talleres de orientación laboral/profesional así como en aquellos cursos de formación, que previamente se determinen dentro del Plan de Orientación Universitaria y Plan de Formación para el Empleo (0,5 por curso académico)

g) Actividades en programas específicos sobre igualdad de género (hasta 1 ECTS por curso académico)

h) Ser Antena Informativa del CIPAJ en los centros universitarios (según convenio de cada curso)

i) Participación en las ligas de debate universitario. Para cada curso académico: 0,5 ECTS por participar, 0,5 ECTS adicionales si el equipo se proclama ganador en la Universidad de Zaragoza y 1 ECTS adicionales si el equipo es el vencedor en la participación en la competición del grupo G9.

***Artículo 12.- Reconocimiento de créditos por conocimiento acreditado de idiomas.***

Se podrán reconocer créditos en las titulaciones de Grado por el conocimiento de idiomas que no sean cooficiales en España y que no sean la lengua materna del estudiante en cualquier idioma que no haya sido objeto de estudio en el Grado.

Se podrán reconocer hasta un máximo de 2 ECTS según el nivel acreditado en otro idioma del que obtuvo en el grado, de acuerdo con la siguiente tabla:

| Nivel de idioma | Créditos a reconocer |
|---|---|
| B1 | 0,5 |
| B2 | 1 |
| C1 | 1,5 |
| C2 | 2 |

***Artículo 13.- Reconocimiento de créditos por otros estudios***

1. En función de la formación previa, podrán reconocerse créditos obtenidos en estudios oficiales universitarios y no universitarios: enseñanzas artísticas superiores, ciclos formativos de grado superiores, enseñanzas profesionales de artes plásticas y diseño de grado superior, enseñanzas deportivas de grado superiores.

El reconocimiento de créditos por estudios oficiales no universitarios se hará en los casos que establezca la legislación vigente, y siempre en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridos y los de las enseñanzas de destino.

El número de créditos que sean objeto de reconocimiento a partir de enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior al 15 % del total de los créditos que constituyen el plan de estudios.

Los centros publicarán en sus páginas web las tablas de reconocimiento entre los estudios de grado y los otros estudios de ciclos formativos que han sido publicadas en el BOA.

2. En el caso de títulos propios, el número de créditos que sean objeto de reconocimiento no podrá ser superior al 15 % del total de los créditos que constituyen el plan de estudios. Estos créditos se incorporarán al expediente con la calificación de “Apto”, por lo que no se computarán a efectos de baremación del expediente académico.

No obstante, los créditos procedentes de títulos propios podrán, excepcionalmente, ser objeto de un reconocimiento en un porcentaje superior al señalado, o en su caso ser objeto de un reconocimiento total siempre que el correspondiente título propio haya sido extinguido y sustituido por un título oficial de Máster universitario. Para ello, la memoria de verificación del nuevo máster universitario deberá hacer constar tal circunstancia.

3. El reconocimiento de créditos por estudios universitarios oficiales realizados en universidades españolas o extranjeras, sin equivalencia en los nuevos títulos de Grado o Máster Universitario, se hará en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridas y los de la enseñanza de destino.

***Artículo 14.- Reconocimiento de créditos por experiencia laboral***

Se podrán reconocer créditos por la experiencia laboral y profesional siempre que se haya realizado en un centro o empresa reconocida, cuya actividad esté directamente relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

Para obtener el reconocimiento deberá presentarse copia de la vida laboral o del contrato con la indicación de la categoría laboral del contratado, incluyendo el tiempo de duración del mismo, así como un informe sobre las actividades realizadas.

El número de créditos a reconocer no podrá ser superior en su conjunto al 15 % del total de los créditos que constituyen el plan de estudios. Estos créditos se incorporarán al expediente con la calificación de “Apto”, por lo que no se computarán a efectos de baremación del expediente académico.

***Artículo 15.- Reconocimientos de créditos en planes de estudio regulados conforme al RD 1393/2007, que sean modificados***

En la memoria de verificación que se elabore para un título que se modifique deberá incluir en su caso, unas tablas de adaptación de materias o asignaturas que deberán aplicarse en los reconocimientos de créditos.

***Artículo 16.- Reconocimiento de créditos en las enseñanzas oficiales de Máster Universitario***

1. El reconocimiento de créditos por estudios cursados en títulos oficiales de Máster Universitario de cualquier universidad se hará por materias o asignaturas en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridas y los previstos en el título de Máster Universitario para el que se solicita el reconocimiento.

2. Según lo dispuesto en el RD 861/2010 los Trabajos Fin de Máster no podrán ser objeto de reconocimiento.

***Artículo 17.- Reconocimiento de créditos en enseñanzas oficiales de Grado y Máster Universitario, provenientes de enseñanzas conforme a sistemas educativos anteriores al Real Decreto 1393/2007***

La Comisiones de la Garantía de la Calidad de la titulación, y teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos y competencias derivados de las enseñanzas de origen y los contemplados en las enseñanzas de destino, podrán reconocer créditos:

1. Por estar en posesión de un título oficial de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero y desear acceder a estudios de Máster Universitario, el número de créditos a reconocer no podrá superar el 50 % de los créditos totales del máster. Para este cómputo se excluyen los créditos correspondientes al trabajo fin de Máster.

2. Por créditos obtenidos en otros estudios de Máster Universitario.

3. Por créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de doctorado reguladas conforme al Real Decreto 778/1998 o normas anteriores.

Para llevar a cabo dichos reconocimientos, los órganos responsables de las diferentes titulaciones elaborarán un sistema de equivalencias que permita una óptima transición de sus estudiantes en sistemas anteriores a las enseñanzas de Grado y de Máster.

Quienes no estén en posesión de un título oficial y soliciten el reconocimiento de créditos entregarán en el centro correspondiente, junto con la solicitud, la documentación que justifique la adecuación entre los conocimientos y competencias asociados al título del solicitante y los previstos en el plan de estudios de la enseñanza de destino.

## TÍTULO II.- Transferencia de créditos

***Artículo 18.- Definición***

Se entiende por «transferencia de créditos» el acto administrativo que consiste en incluir en el expediente del estudiante los créditos obtenidos en enseñanzas universitarias oficiales parciales de Grado (no finalizadas), cursadas en cualquier universidad, que no hayan sido ser objeto de reconocimiento. La transferencia de créditos sólo se producirá cuando la enseñanza de origen esté adaptada al EEES.

***Artículo 19. Aplicación de la transferencia de créditos***

1. Los créditos transferidos se reflejarán en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante. Se incluirá la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad en esta u otra universidad. Estos créditos transferidos, serán incluidos en el expediente académico del estudiante y quedarán reflejados en el Suplemento Europeo al Título.

2. Los créditos correspondientes a asignaturas previamente superadas por el estudiante en enseñanzas universitarias no concluidas y que no puedan ser objeto de reconocimiento serán transferidos a su expediente en los estudios a los que ha accedido con la calificación de origen, y se reflejarán en los documentos académicos oficiales acreditativos de los estudios seguidos por el mismo, así como en el Suplemento Europeo al Título.

3. Antes de matricularse, los estudiantes podrán solicitar la transferencia de créditos de estudios oficiales no finalizados y que se ajusten al sistema recogido en el R.D. 1393/2007. En el documento de admisión cumplimentarán el apartado correspondiente y, en caso de no tratarse de estudios de la Universidad de Zaragoza, aportarán los documentos requeridos. Realizado este trámite, se actuará de oficio y se añadirá la información al expediente del estudiante.

## TÍTULO III.- Competencia y trámites para el reconocimiento y la transferencia de créditos

### *Artículo 20. Órganos competentes en el reconocimiento y transferencia de créditos.*

1. El órgano encargado del reconocimiento y transferencia de créditos será la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación que el solicitante esté cursando o quiera cursar.

2. Corresponde a la Comisiones de Estudios de Grado o de Postgrado de la Universidad en su caso, el estudio de los recursos presentados por los estudiantes contra la resolución de reconocimiento de créditos del Centro.

3. Las Comisiones de Estudios de Grado o de Postgrado de la Universidad podrán solicitar cuantas veces consideren pertinente, cualquier informe que precise a las correspondientes Comisiones de Garantía de la Calidad de las Titulaciones, con el objetivo de asegurar la correcta aplicación de este Reglamento. Los informes emitidos se realizarán dentro del plazo fijado por la Comisión solicitante.

4. En aquellos supuestos en que puedan reconocerse automáticamente créditos obtenidos en otras titulaciones de Grado de la misma o de distintas ramas de conocimiento, el órgano competente, tras la consulta a los departamentos responsables de la docencia de las distintas materias o módulos, elaborará listados de materias y créditos que permitan que los estudiantes conozcan con antelación estos reconocimientos y para que sean aplicados de oficio. Dichos listados deberán actualizarse cuando se produzcan cambios en los planes de estudio afectados.

5. En los casos concretos en los que no existan reconocimientos automáticos, el órgano competente del centro, con el informe previo de los departamentos implicados, realizará un informe de reconocimiento motivado en el que se indicará no solo la materia o módulo en cuestión, sino también el número de créditos reconocidos, teniendo en cuenta la adecuación entre las competencias y conocimientos adquiridos así como entre el contexto y los objetivos entre el título de origen y el de destino.

6. En todo caso, el reconocimiento automático de créditos en materias y/o módulos será aplicado de oficio siempre que un mismo plan de estudios de Grado se imparta en varios centros de la Universidad de Zaragoza.

7. Corresponde a la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad, con los informes previos que procedan y de conformidad con la normativa y la legislación vigentes, la asignación de créditos a las actividades propuestas en el reconocimiento de créditos por actividades universitarias (arts. 6 a 11 de este Reglamento).

No obstante lo anterior, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 7.2, cuando el estudiante solicite reconocimiento de créditos por alguna actividad a la que la Comisión de Estudios de Grado no haya asignado créditos, corresponde a la Comisión de Garantía de la Calidad de cada titulación la aplicación del intervalo horario del artículo 6.3.

### *Artículo 21.- Solicitudes, procedimiento y abono de tasas para el reconocimiento y transferencia de créditos.*

1. Para el reconocimiento y la obtención de créditos será necesario presentar junto a la solicitud de reconocimiento un documento acreditativo de la actividad a reconocer, que deberá ser avalado o firmado por el responsable de la instancia correspondiente.

2. Las solicitudes de reconocimiento y de transferencia de créditos se tramitarán en el centro responsable de las enseñanzas a solicitud del interesado, quien deberá aportar la documentación acreditativa de los créditos obtenidos y su contenido académico, indicando las asignaturas para las que solicita reconocimiento.

3. En el caso de asignaturas cursadas previamente, las solicitudes de reconocimiento y de transferencia de créditos solo podrán hacerse de asignaturas realmente cursadas y superadas; en ningún caso se referirán a

asignaturas previamente reconocidas, convalidadas o adaptadas. Por tanto, para efectuar dicho reconocimiento debe acudirse a los estudios previos que dieron origen al reconocimiento, convalidación o adaptación.

4. Los Servicios de Gestión Académica o los propios centros universitarios fijarán los modelos de solicitud y la documentación que se ha de acompañar a la misma.

5. La solicitud de reconocimiento y de transferencia de créditos por el interesado se presentará en el centro encargado de la enseñanza de destino y se resolverá antes del siguiente periodo de matriculación previsto en el calendario académico, siempre que no afecte a la admisión de estudios universitarios, en cuyo caso se resolverá previamente al siguiente periodo de matrícula.

6. Los centros podrán establecer anualmente plazos de solicitud de reconocimiento de créditos con el fin de ordenar el proceso a los periodos de matrícula anual.

7. En los programas de movilidad, los órganos competentes del centro actuarán de oficio reconociendo los créditos en los términos establecidos en los contratos de estudios firmados.

8. Abono de los precios públicos por reconocimiento

a) Los estudiantes que soliciten reconocimiento de créditos, abonarán los precios públicos que corresponda una vez efectuado el mismo y antes de iniciar o continuar con los estudios. El no abono de dichas tasas impedirá poder iniciar o continuar con los estudios, por lo que el estudiante decaerá de su petición.

b) Quedan exceptuados del pago del reconocimiento los estudiantes salientes de la Universidad de Zaragoza, que participan en acciones de movilidad nacional o internacional siempre que dichas actividades queden recogidas en el contrato de estudios.

c) Quedan excluidos del abono de los precios públicos por reconocimiento aquellos estudiantes de la Universidad de Zaragoza que estén cursando Programas Conjuntos al estar sometidos a su propia regulación.

d) Por créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de doctorado reguladas conforme al Real Decreto 778/1998 o normas anteriores. Habrá que tener en cuenta dos supuestos:

• Si las enseñanzas cursadas en el Programa de doctorado son el origen del Máster Universitario, se podrán reconocer créditos y no se efectuará abono de tasas por reconocimiento.

• Si las enseñanzas cursadas en el Programa de doctorado no son el origen del Máster, se podrán reconocer y conllevarán el abono de tasas.

9. Por la transferencia de créditos no se abonarán precios públicos.

***Artículo 22.-. Recursos***

Las resoluciones de reconocimiento de créditos podrán ser recurridas ante la Comisión de Estudios de Grado o de Postgrado de la Universidad en el plazo de un mes a partir de su recepción por parte del interesado.

***Artículo 23.- Anotación en el expediente académico.***

1. Los créditos transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente título serán incluidos en el expediente académico del estudiante y quedarán reflejados en el Suplemento Europeo al Título.

2. Los créditos reconocidos se incorporarán al expediente, junto con la calificación obtenida en origen, indicando los detalles del expediente de origen.

3. Los créditos que se reconozcan se incorporarán al expediente tras el pago de la tasa que especifique el Decreto de Precios Públicos establecido por el Gobierno de Aragón.

***DISPOSICIÓN ADICIONAL. Delegación de facultades.***

Se faculta al vicerrector con competencias en materia de estudiantes para que pueda dictar cuantas instrucciones resulten necesarias para el cumplimiento de lo dispuesto en este reglamento, aclarando o resolviendo los aspectos que pudieran resultar pertinentes en su aplicación.

***DISPOSICIONES FINALES***

***Disposición final primera. Entrada en vigor.***

1. El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial de la Universidad de Zaragoza y será de aplicación a los títulos regulados por el R.D. 1393/2007 así como a las actividades universitarias que se vayan a impartir y reconocer a partir del inicio del curso 2018-2019.

2. Los reconocimientos que se efectúen al amparo de este reglamento se aplicarán a las solicitudes que tengan entrada en el registro oficial de la Universidad de Zaragoza a partir del inicio del curso 2018-2019.

***Disposición final segunda. Alusión al género.***

Las referencias a personas, colectivos o cargos académicos figuran en el presente Reglamento en género masculino como género gramatical no marcado. Cuando proceda, será válida la cita de los preceptos correspondientes en género femenino.

***DISPOSICIÓN DEROGATORIA***

El presente Reglamento deroga el Acuerdo de 9 de julio de 2009, del Consejo de Gobierno de la Universidad, por el que se aprueba el reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos (BOUZ 10 de 2009) y cuantas disposiciones se hubieran dictado en desarrollo del mismo.

## 4.6 COMPLEMENTOS FORMATIVOS

No proceden.

## 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

#### 5.1.1. Distribución del plan de estudios en créditos ECTS, por tipo de materia.

| TIPO DE MATERIA | CRÉDITOS |
|---|---|
| Complementarias | 12 de 18 |
| Obligatorias | 18 |
| Optativas | 30 de 48 |
| Trabajo fin de Master | 30 |
| **CREDITOS TOTALES** | **90** |

#### 5.1.2. Explicación general del plan de estudios.

El Máster en “Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery” se organiza en 4 Módulos, que contienen asignaturas, relativas a diferentes temas. El alumno cursará obligatoriamente la asignatura de "Introducción a los Métodos Computacionales", y una de las otras dos asignaturas del Módulo Complementario según su procedencia; luego las 3 asignaturas obligatorias del Módulo Fundamental y 5 asignaturas optativas a elegir entre las 8 que se ofertan en el Módulo Avanzado. Esto completará 60 ECTS de su programa de formación. Los otros 30 ECTS serán aportados por el módulo de Especialización mediante la realización de un Trabajo Fin de Máster, a elegir entre dos modalidades, una orientada a la Investigación en Centros Públicos y otra a la Investigación en la Empresa Biotecnológica.

La oferta en el plan de estudios de 8 asignaturas optativas, de entre las que cada alumno debe elegir y cursar 5, garantiza la posibilidad de profundizar en diferentes líneas de especialización en base a las prioridades personales del estudiante. En efecto, estas optativas se pueden dividir en tres bloques temáticos: el primero, con un fuerte enfoque biotecnológico y biomédico, constituido por asignaturas de métodos experimentales en biotecnología molecular y celular y de química médica; el segundo, con un enfoque teórico, constituido por las asignaturas de Bioinformática, Big-Data y Modelización, y el tercero, con proyección a la empresa, constituido por las asignaturas de Empresas Biotecnológicas y las prácticas externas.

Es preciso observar que ningún estudiante podrá especializarse en un único bloque temático: por ejemplo, un estudiante que prefiera profundizar en el estudio experimental de sistemas de interés biotecnológico podría elegir las optativas 1, 2 y 3, pero tendrá de todas formas que escoger otras dos asignaturas entre el bloque teórico y el bloque empresarial (además del Trabajo fin de Máster en investigación académica o en empresa), y obtendrá así una formación verdaderamente interdisciplinar.

### *A) Descripción General del Plan de Estudios*

| Módulo | Asignatura | ECTS | Organización | Carácter |
|---|---|---|---|---|
| Complementario | **Introducción a la Biología Estructural, Molecular y Celular** (Introduction to Structural, Molecular and Cell Biology) | 6 | Primer Semestre | ***Obligatorio*** |
| | **Introducción a los Métodos Físicos y Matemáticos en Biología** (Introduction to Mathematical and Physical methods in Biology) | 6 | | |
| | **Introducción a los Métodos Computacionales en Biología** (Introduction to Computational Methods in Biology) | 6 | Primer Semestre | ***Obligatorio*** |
| Fundamental | **Biología Sintética y de Sistemas** (Systems & Synthetic Biology) | 6 | Primer Semestre | ***Obligatorio*** |
| | **Simulación de Biomoléculas** (Simulations of Biomolecules) | 6 | Primer Semestre | ***Obligatorio*** |
| | **Moléculas bioactivas: identificación, diseño y desarrollo** (Bioactive molecules: identification, design& development) | 6 | Primer Semestre | ***Obligatorio*** |
| Avanzado | **Técnicas Instrumentales en Biotecnología Molecular** (Molecular Biotechnology: instrumental techniques) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| | **Métodos experimentales en Biotecnología celular y de organismo** (Cell and Organism Biotechnology: experimental methodology) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| | **Química Médica** (Medicinal Chemistry) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| | **Bioestadística y Bioinformática** (Biostatistics & Bioinformatics) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| | **Modelización de sistemas biológicos** (Modelling of Biological Systems) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| | **Big Data en Biología** (Big Data in Biology) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| | **La pequeña y mediana empresa biotecnológica: características, creación y gestión** (The SME-Biotech: characteristics, creation and management) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| | **Prácticas Externas** (Practical Training in external companies/centres) | 6 | Segundo Semestre | ***Optativo*** |
| Especialización | **Trabajo Fin de Master** (Master Project) | **30** | Segundo Semestre | ***TFM*** |

***B) Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida***

La Universidad de Zaragoza recibe todos los años un gran número de estudiantes de intercambio de otros países y tiene ya establecidos una serie de acuerdos y protocolos al respecto. Además, la Facultad de Ciencias y el BIFI mantienen lazos estrechos de colaboración con universidades extranjeras, con una gran afluencia de estudiantes extranjeros, destacando los italianos y los latinoamericanos. Actualmente en la Facultad y en el BIFI realizan su doctorado un número considerable de estudiantes latinoamericanos, situación que se espera mantener en un futuro inmediato.

Como mencionado arriba, todas las asignaturas del Máster se impartirán en inglés, lo que por un lado facilitará la participación en el mismo de estudiantes extranjeros y, por otro, mejorará las capacidades de nuestros propios estudiantes para complementar su formación posterior en otros países. Las colaboraciones que se mantienen con universidades extranjeras, con intercambios de estudiantes y profesores, facilitarán también la internacionalización. De hecho, el actual máster en Biotecnología Cuantitativa ya recibe regularmente estudiantes extranjeros en el marco del programa Erasmus (además de los extranjeros regularmente matriculados). Algunos de los profesores del Máster son ya Coordinadores del Programa Erasmus+ de la Universidad de Zaragoza en las áreas de Biotecnología, Biología y Bioquímica. Algunos de los intercambios que actualmente coordinan están permiten incluir directamente el Master de Biotecnología Cuantitativa. Estos intercambios se ampliarán a otras Universidades con las que Facultad e Instituto mantienen colaboraciones en el marco de la Biotecnología Cuantitativa. En todos los casos, La adecuación a los objetivos del Título estará contemplada en el contrato de estudios establecido con la Universidad correspondiente. Se llevará a cabo la planificación, seguimiento y evaluación del trabajo realizado en la Universidad de Zaragoza. Las calificaciones obtenidas y el reconocimiento de créditos se convalidarán según el contrato de estudios establecido con la Universidad correspondiente.

***C) Procedimientos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios***

El diseño del plan de estudio recogido en la presente memoria es el resultado de una ampliación del plan de estudio del máster en Biotecnología Cuantitativa, y se ha beneficiado de la experiencia previa con ese máster, a la hora de afinar contenidos y optimizar sinergias y relaciones entre asignaturas. La memoria se ha ido definiendo a lo largo de dos reuniones "plenarias", que han incluido los miembros de la comisión encargada de redactar la memoria, más los coordinadores de las asignaturas del máster actual y cualquier profesor del máster que fuera interesado en participar activamente en el diseño de la propuesta. Además de estas reuniones, se han establecido grupos de trabajo flexibles, que abarcaban los responsables de varias asignaturas relacionadas entre sí, para diseñar el contenido de las nuevas asignaturas, y a la vez armonizarlo con las asignaturas preexistentes.

Para asegurarnos que estas sinergias se sigan implementando, a la hora del diseño detallado de las guías docentes, se establecen los mecanismos siguientes para la coordinación docente del Máster:

1. Reunión de los profesores del Master en Abril-Junio del curso anterior a la implementación del nuevo título, para analizar el Plan Anual de Innovación y Mejora (PAIM) del máster en Biotecnología Cuantitativa, y acordar la redacción final de las guías docentes de cada asignatura, afinando las sinergias y la coordinación entre asignaturas. Además, se establecerá el calendario de las actividades formativas. Una vez establecidos en el primer curso de implantación, en los cursos sucesivos estas reuniones analizarán los informes previos de la satisfacción de los alumnos y de los profesores recogidas en el PAIM y concordarán los cambios a efectuar en las guías docentes, y cuantos otros cambios que sean pertinentes. De estas reuniones se redactarán actas, para su consulta en todo momento por la comisión de Garantía de Calidad y coordinador de la titulación, para que conste la evolución de las guías docentes y de las medidas de mejora

2. Revisión de las Guías Docentes por parte de la Comisión de Garantía de Calidad del Título. Publicación del calendario de actividades formativas y de las Guías Docentes en la página web del máster

3. Publicitación de las actividades formativas impartidas por profesores externos al Departamento, como seminarios, conferencias de especial relevancia, etc, en el tablón de anuncios y/o mediante e-mail a todos los estudiantes de Máster con suficiente antelación para que puedan asistir.

5. Reunión informativa del/la Coordinador/a del Master con los estudiantes en Septiembre del curso entrante

## 5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS

Las actividades formativas son muy variadas, alternando clases teóricas con actividades prácticas, de laboratorio, de presentación de seminarios, etc donde el estudiante es el protagonista. Grosso modo, aunque cada asignatura tiene sus propias peculiaridades, podemos decir que 1/3 de las horas presenciales está dedicado a la exposición de la teoría, y 2/3 a actividades protagonizadas por el estudiante.

A01 - Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos

A02 -Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales mediante la resolución de ejercicios y casos tanto en el aula como "on line" en sala de ordenadores

A03 –Presentación y exposición de un trabajo o seminario. Los alumnos recopilarán de forma individual o en grupo información sobre un tema concreto, dirigidos por el profesor. En general, el análisis de la información conducirá a la elaboración de una memoria estructurada en Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, y Bibliografía, así como a su exposición y debate en clase

A04.- Talleres y debates. Discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años. El profesor o un experto externo presentaran el tema y se expondrán los avances relevantes. A continuación, el tema se discutirá mediante la formulación de preguntas, por parte de los estudiantes. En algunos casos, se repartirá previamente información al respecto a los alumnos para que ya tengan conocimientos sobre el tema a debatir.

A05.- Clases prácticas de laboratorio o aula de informática. Se intercalarán con las clases teóricas, poniendo en práctica lo aprendido durante las mismas

A06.- Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática.

A07.- Trabajo del alumno: revisión bibliográfica, realización de ensayos, preparación de una memoria escrita

A08.- Presentación y defensa ante un tribunal

A09.- Trabajos individuales con ordenador. Serán propuestos por el profesor y versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en las aulas de informática

A10.- Talleres y debates a través del anillo digital docente.
A11.- Trabajo individual del alumno

## 5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES

Las metodologías empleadas mezclan actividades clásicas, como clases magistrales, con prácticas de laboratorio enfocadas a la resolución de casos y problemas relevantes para cada asignatura, el trabajo en grupo pequeños para la resolución de problemas, utilizando en cada momento las herramientas (desde la tiza y la pizarra hasta el cluster de ordenadores) que el profesor estime más oportunas para el aprendizaje. Este está fuertemente enfocado hacia el “aprender a hacer”, y el “aprender a aprender”, ya que por un lado es importante proporcionar al estudiantes la habilidad para el manejo de las herramientas (computacionales, de laboratorio,...) más actuales, y por otro lado es fundamental reconocer que la Biotecnología es un sector en rapidísima expansión y evolución, así que la herramienta fundamental para cualquier trabajador del sector es la capacidad de seguir aprendiendo de forma autónoma.

M01 - Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual.

M02 - Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y como organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las

técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos.

M03 – La preparación de seminarios y trabajos individuales instruirá a los estudiantes en la búsqueda de información relevante en Internet, el uso de las bases de datos, bibliografía científica y de aplicaciones en Red. Se estimulará la utilización por parte de los estudiantes de material científico original (publicaciones científicas, patentes) y su interpretación para la presentación de la información a un público especializado y al público en general. Esta actividad ayudará a los estudiantes en la práctica de saber comunicar conclusiones - y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- de un modo claro y sin ambigüedades.

M04.**-** Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas.

M05.**-** Workshops y debates. La discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años, permitirá a los alumnos expresar sus opiniones sobre el tema en cuestión, así como plantear alternativas a las soluciones presentadas para él

M06.**-** Visitas a laboratorios de investigación y animalario

M07.**-** Tutorización altamente personalizada. Reuniones periódicas con el estudiante para guiarlo y conocer el grado de avance del mismo. Fomento del trabajo multidisciplinar y estímulo del estudiante para que aporte sus propias ideas y participe en todas las etapas del trabajo (revisión del estado del arte, aporte de ideas, planificación, realización de ensayos preliminares, diseño de un futuro trabajo de investigación). Discusiones abiertas y frecuentes con los tutores. El alumno confeccionará una memoria que recoja el trabajo llevado a cabo y realizará una defensa pública que incluirá no sólo la exposición de las hipótesis de partida, el desarrollo del trabajo y las conclusiones del mismo, sino un debate intenso con los miembros del tribunal sobre la validez y el alcance de los resultados obtenidos, en el que se discutirán todos los aspectos científicos relevantes para el trabajo desarrollado.

### 5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación no se puede reducir a una prueba final, ya que esta premia o sanciona el aprendizaje “ex-post”, y no permite la detección temprana de problemas y su ajuste. Para esto, en todas las asignaturas la evaluación continua, a través de problemas, prácticas, talleres, etc juega un papel relevante, sin menoscabo de la presencia, en muchos casos, de un examen final para complementar el proceso de evaluación, y también para permitir la mejora del expediente a los alumnos que no hayan sabido destacar a lo largo de la evaluación continua.

E01 - Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje

E02 - Trabajos. Elaboración de una memoria, sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente en bloques (introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones y biografía) , describe de una forma clara el planteamiento del problema, describe los métodos de una forma clara y los resultados de una forma lógica y secuencial, aporta ideas originales en la descripción, proporciona conclusiones justificables del trabajo, y aporta una bibliografía apropiada.

E03 – Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener

argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas.

E04.- Talleres. Obligatorio que cada estudiante formule al menos una pregunta significativa y su discusión por los profesores que se encargarán de animar la discusión. Se valorara el número de intervenciones y el interés de las preguntas.

E05.- Clases prácticas de laboratorio. Asistencia obligatoria. Se valorará: 1. El desarrollo de la práctica por parte del alumno: es decir, el modo en que el alumno lleva a cabo la práctica teniendo en cuenta los siguientes criterios: - El alumno es capaz de trabajar de forma autónoma siguiendo el protocolo - Trabaja teniendo en cuenta las "buenas prácticas de laboratorio". Se puntuará de 0 a 10 y supondrá un 25% de la calificación final. 2. El informe presentado al finalizar las prácticas, teniendo en cuenta los siguientes criterios: - Describe de forma conveniente los métodos utilizados - Interpreta de forma correcta los resultados - En caso de discrepancia de los resultados, averigua la causa del error y lo enmienda. Se puntuará de 0 a 10 y supondrá un 25% de la calificación final.

E06.- Trabajo Fin de Master 1. Memoria: Debe recoger el trabajo realizado. La Memoria será de una extensión de 40 folios y deberá contener los siguientes apartados: Título, Antecedentes y Objetivos, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones y Bibliografía. Contribuirá al 40% de la nota. Se valorarán los siguientes puntos: Estructura respetando el habitual esquema de revistas o memorias y el lenguaje científico o tecnológico Adecuada Introducción Buena definición de objetivos Metodología bien explicada y/o referenciada. Se valorará la metodología empleada: la diversidad y adecuación de los métodos. Expresión de los resultados formalmente correcta. Madurez de la discusión Manejo de la bibliografía Metodología y Resultados obtenidos Se considerará si garantizan una formación adecuada y la madurez del alumno en la discusión de los resultados

E07.- Trabajo Fin de Master. 2. Presentación y defensa Oral: Contribuirá al 40% de la nota. Presentación oral: 25%. Se valorará la estructura y la claridad en la exposición Defensa del trabajo 15%. Se valorará la capacidad de respuesta a las preguntas planteadas y dominio de tema de trabajo realizado

E08.- Trabajo Fin de Master. 3. Informe del Director: Contribuirá al 20% de la nota. El director del trabajo dará una calificación numérica al estudiante teniendo en cuenta los siguientes aspectos: dificultad del trabajo, originalidad requerida por el estudiante, desarrollo de nuevas técnicas, métodos o conceptos o utilización de otros familiares de antemano al estudiante, contribución del estudiante a la planificación del trabajo, habilidad del estudiante en el laboratorio, interpretación de los resultados por el estudiante, esfuerzo total del estudiante, ayuda requerida para la preparación de la memoria y la presentación

E09.- Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate.

## 5.5 MÓDULOS, MATERIAS, ASIGNATURAS

| MÓDULO | | Complementario | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Obligatorio según procedencia | | |
| ASIGNATURA | | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Introduction to Structural, Molecular and Cell Biology | | | 6 | S | 1/1 |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

1. Observar y distinguir distintos tipos celulares: bacterias, células animales, células vegetales y protistas
2. Reconocer la estructura y conocer la función de los grandes grupos de macromoléculas biológicas
3. Distinguir las diferencias entre las distintas formas de organización celular
4. Identificar los distintos orgánulos celulares y conocer sus funciones
5. Saber diferenciar las distintas formas de transporte de agua y solutos entre compartimentos celulares
6. Conocer las rutas metabólicas principales, intercambios de energía y materia.
7. Conocer modelos celulares empleados en investigación, sus ventajas y desventajas.
8. Manejar herramientas informáticas sencillas de genómica estructural y funcional
9. Visualización y análisis de estructuras de macromoléculas.
10. Conocimiento y aplicación de los principios básicos de resolución estructural.
11. Elaboración y defensa de informes.

**CONTENIDOS**

- Breve introducción a la diversidad de los seres vivos. La evolución de las especies.
- Biomoléculas.
- Estructura y Fisiología celular.
- La célula procariota.
- La célula eucariota.
- Membranas y transporte entre compartimentos.
- Transducciones energéticas en la célula: mitocondrias y cloroplastos.
- Núcleo.
- El ciclo celular: mecanismos de división celular.
- Flujo de información genética (replicación, transcripción y traducción).
- Los virus.
- Las bases de datos estructurales. PDB. Banco de estructuras de ácidos nucleicos. Visualización de estructuras tridimensionales de macromoléculas.
- La estabilidad conformacional de las proteínas. Interacciones que contribuyen a la estabilidad de las proteínas. Cooperatividad
- El plegamiento de las proteínas. Experimento de Anfinsen. Paradoja de Levinthal. Etapas del plegamiento. La ´nueva visión´ del plegamiento. El problema de la agregación y los chaperones.
- Estabilidad y plegamiento de ácidos nucleicos. Estabilidad y desnaturalización térmica de la doble hélice. Estabilidad de moléculas de ARN plegadas. Plegamiento de ácidos nucleicos.
- Interacciones entre macromoléculas. Naturaleza de las superficies de interacción. Fuerzas implicadas en la interacción. Interacciones proteína-proteína. Interacciones proteína-ácidos nucleicos. Interacciones proteína-lípidos. Interacciones proteína-glúcidos. Ejemplos.

**OBSERVACIONES**

| **COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):*** |
|---|
| **Básicas y Generales** |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información |
| CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad |
| CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia |
| CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio |
| CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas |
| CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales |
| **Transversales** |
| -Capacidad de análisis, abstracción y síntesis que permita abordar problemas tanto en contextos académicos como profesionales.<br><br>-Capacidad de planificación, de realización de trabajo autónomo y de toma de decisiones en el ámbito profesional.<br><br>-Habilidad para manejar información y obtener datos relevantes sobre un problema a partir de búsquedas bibliográficas.<br><br>-Capacidad de trabajo en grupo, especialmente en grupos interdisciplinarios.<br><br>-Capacidad de comunicación oral y escrita de los resultados de un trabajo, tanto propio como ajeno, a otros profesionales y a público general.<br><br>-Capacidad básica de comunicación dentro del ámbito profesional, en un idioma de uso científico distinto del español. |
| **Específicas** |
| CE 29 - Desarrollar hábitos de trabajo en un laboratorio con material biológico. |
| CE 30 -Dominar la terminología básica de la biología y expresar correctamente los conceptos y principios biológicos. |
| CE 31 -Comprender los principios generales, estructurales y funcionales que comparten los seres vivos. |
| CE 32 -Conocer la estructura y funciones de los orgánulos de una célula eucariota. |
| CE 33 -Adquirir una visión integrada general del funcionamiento celular y relacionar la actividad de los distintos compartimentos celulares. |
| CE 34 -Familiarizarse con algunas técnicas instrumentales básicas de la biología, en particular, interpretar resultados obtenidos mediante microscopía óptica. |
| CE 35 -Comprender las bases biológicas sobre las que se fundamenta la aplicación y extensión de la biología a varios campos. |

| |
|---|
| CE 36 -Comprender los principios básicos que rigen la evolución de los seres vivos. |
| CE 37 -Conocer los tipos de estructuras que adquieren los principales polímeros biológicos. |
| CE 38 -Ser capaz de relacionar las estructuras de las macromoléculas biológicas con las propiedades de los monómeros constituyentes. |
| CE 39 -Ser capaz de relacionar las estructuras de las macromoléculas biológicas con los distintos tipos de interacciones que estos establecen entre sí y con las moléculas de disolvente. |
| CE 40 -Ser capaz de relacionar la estructura de las macromoléculas con sus funciones biológicas. |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| A01 -Clase magistral participativa | 45 | 100 |
| A02 -Clases de resolución de problemas y casos prácticos | 6 | 100 |
| A03 -Presentación y exposición de un trabajo o seminario | 2 | 100 |
| A05 -Clases prácticas de laboratorio o aula de informática | 4 | 100 |
| A10 -Talleres y debates a través del anillo digital docente | 3 | 0 |
| A11 - Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

| |
|---|
| M01 -Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual. |
| M03 -Preparación de seminarios y trabajos individuales. |
| M05 **-**Workshops y debates. |
| M07 **-**Tutorización altamente personalizada |

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| E02 - Trabajos. Seminarios. A lo largo del curso, los alumnos, individualmente, prepararán y presentarán en clase seminarios cortos sobre temas relacionados con la Bioquímica, la Biología Molecular y Celular y la Estructura de macromoléculas, Se puntuará el contenido y la presentación del seminario. La duración de la presentación será de 15 minutos y luego podrá haber un debate para discutir los temas presentados entre el profesor y todos los alumnos presentes en clase. | 5 | 15 |
| E03 -Prueba escrita. El examen teórico constará de dos partes, una tipo test y otra con preguntas de respuesta corta. Es necesario aprobar ambas partes del examen teórico para superar la asignatura, es decir, obtener al menos un 5 sobre 10 en cada una de las partes. En caso de suspender una de las dos partes del examen teórico final (test o preguntas de respuesta corta), la calificación que figurará en el acta será la de la parte que se ha suspendido. Si se suspenden las dos, figurará la calificación más alta. Las preguntas tipo test constan de cuatro posibles respuestas, cada pregunta se puntúa con 1 punto y cada pregunta mal contestada descuenta 0,25 puntos. Las preguntas de respuesta corta mal contestadas no cuentan negativo. | 70 | 90 |
| E04 -Prácticas de laboratorio. Se visitarán los laboratorios del BIFI y se explicará el funcionamiento y aplicaciones de los distintos equipos, realizando algunos experimentos sencillos con los mismos para que los estudiantes se familiaricen con su uso. Se evaluará la participación del | 5 | 15 |

| | | |
|---|---|---|
| estudiante, el interés mostrado y la ejecución. | | |

| MÓDULO | | Complementario | | |
|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Obligatorio según procedencia | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Introduction to Physical and Mathematical methods in Biology | | 6 | S | 1/1 |
| Asignatura 2 | | | | |
| Asignatura 3… | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

- Conocer los principales conceptos y herramientas de la Física, las Matemáticas y la Estadística relevantes para analizar, describir, modelar y estudiar problemas biológicos y biomédicos.
- Adiestrarse en la aplicación de dichos conceptos y herramientas en entornos biotecnológicos y biomédicos.
- Disponer de una base sólida y común en Ciencias Básicas que permita al alumno desenvolverse en el resto de materias que se abordan en el desarrollo de los estudios del Máster.

**CONTENIDOS**

**Métodos Matemáticos:**

1. Introducción al álgebra lineal:
   - Espacios vectoriales y aplicaciones lineales
   - Matrices
   - Autovalores y autovectores. Diagonalizabilidad
2. Introducción al cálculo
   - Funciones de una y varias variables
   - Continuidad y diferenciabilidad. Series de Taylor.
   - Integral de Riemann
   - Sistemas de ecuaciones diferenciales. Métodos cualitativos.
   - Ecuaciones en derivadas parciales.
3. Introducción a la Estadística
   - Conceptos básicos de Probabilidad: Distribuciones de probabilidad básicas.
   - Estadística Descriptiva.
   - Inferencia básica: Estimación y Test de hipótesis básicos.

**Elementos de Física**

- Mecánica clásica de Sistemas de Partículas
- Introducción a la Termodinámica y la Mecánica Estadística.
  - Funciones termodinámicas básicas: energía y entropía.
  - El concepto de colectividad termodinámica
  - Microcanónico y canónico. El concepto de temperatura.
- Introducción a la Mecánica Cuántica
  - El concepto de función de onda.
  - La ecuación de Schrödinger
  - El átomo de hidrógeno.

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad.

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo

| |
|---|
| de independencia. |
| CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio. |
| CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas. |
| CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales. |
| CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación. |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| CT 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto. |
| CT 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| CT 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio. |
| CT 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| CT 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| CT 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| **Específicas** |
| CE 41 Manejo del lenguaje de las Ciencias Básicas. |
| CE 42 Manejo de los elementos fundamentales de las Ciencias Básicas que se aplican en el análisis de problemas biológicos. |
| CE 43 Reconocer los principales elementos de las Ciencias Básicas que aparecen en problemas biológicos |
| CE 44 Saber construir y validar los principales modelos Físico-Químico-Matemáticos que aparecen en los problemas biológicos. |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| A01 - Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos. | 35 | 100 |
| A02 -Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales mediante la resolución de ejercicios y casos tanto en el aula como "on line*" en sala de ordenadores | 15 | 100 |
| A06.- Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en | 10 | 100 |

| | | |
|---|---|---|
| las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática. | | |
| A11.- Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

M01 - Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual.

M02 - Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y como organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos.

M04.- Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas.

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| E01 - Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje. | 50 | 100 |
| E03 – Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programad | 50 | 100 |

| MÓDULO | | Complementario | | |
|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Obligatorio | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Introduction to computational methods in Biology | | 6 | S | 1/1 |
| | | | | |
| | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

1. Conocer los principales conceptos y herramientas informáticas necesarios para abordar con garantías el trabajo computacional en Biología y Biomedicina.
2. Conocer los fundamentos de redes de ordenadores necesarios para el uso de los recursos disponibles en web o en la nube para el análisis de datos biológicos.
3. Adiestrarse en la aplicación de dichas herramientas en entornos biotecnológicos y biomédicos.
4. Disponer de una base sólida y común en Informática que permita al alumno desenvolverse en el resto de materias que se abordan en el desarrollo de los estudios del Máster.
5. Disponer de los conocimientos para adaptarse a las continuas mejoras que, en el ámbito de la Biotecnología y la Biomedicina, disfrutan las herramientas informáticas.

**CONTENIDOS**

- Informática Básica.
  - Ordenadores, sus elementos y funcionamiento básico.
  - Representación y codificación de la información.
  - Nociones de Sistema Operativos.
  - Redes de ordenadores, generalidades
- Elementos básicos de programación en algún lenguaje avanzado: conceptos comunes y diferencias entre plataformas:
  - Estructuras de Datos
  - Estructuras de Control
  - Funciones
  - Implementación de programas y algoritmos sencillos
- Ejemplos de métodos numéricos para problemas relevantes en biología computacional

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

| |
|---|
| 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información |
| 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad. |
| 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia. |
| 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio. |
| 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas. |
| 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales. |
| 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación. |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más |

| |
|---|
| amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo |
| **Transversales** |
| CT 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| CT 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| CT 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio. |
| CT 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación |
| CT 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| **Específicas** |
| CE 45 Comprender y manejar el lenguaje de la Informática para poder comunicar correcta y eficientemente las necesidades a administradores de sistemas y otros expertos en informática los problemas y necesidades que aparecen en la investigación en problemas biológicos y/o bioinformáticos. |
| CE 46 Conocimiento y manejo de las herramientas informáticas básicas que se aplican para el desarrollo y estudio de problemas biológicos. |
| CE 47 Conocimiento y manejo de los recursos en la web que son útiles para el desarrollo y estudio de problemas biológicos. |
| CE 48 Manejo y conocimiento básico de algunos de los lenguajes de programación más ampliamente utilizados en el ámbito los problemas biológicos y/o bioinformáticos. |
| CE 49 Saber construir y desarrollar código para resolver problemas relativamente sencillos en relación al tratamiento de datos biológicos y/o bioinformáticos. |
| |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| A01 - Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos. | 15 | 100 |
| A02 -Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales mediante la resolución de ejercicios y casos tanto en el aula como "on line*" en sala de ordenadores | 20 | 100 |
| A06.- Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática. | 25 | 100 |
| A11.- Trabajo individual del alumno. | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

| |
|---|
| M01 - Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual. |
| M02 - Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi- |

| | | |
|---|---|---|
| presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y como organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos. | | |
| M04.- Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas. | | |
| **SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):*** | | |
| **Sistema de evaluación** | **Ponderación mínima** | **Ponderación máxima** |
| E01 - Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje | 30 | 100 |
| E03 – Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | 30 | 100 |

| MÓDULO | | Fundamental | | |
|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Obligatorio | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Bioactive Molecules - Identification, design and development | | 6 | S | 1/1 |
| Asignatura 2 | | | | |
| Asignatura 3… | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer los principios básicos y las herramientas necesarias para el descubrimiento y/o el diseño de moléculas bioactivas: pequeñas moléculas (fármacos, estabilizantes, moduladores) o macromoléculas (proteínas: anticuerpos, enzimas; ácidos nucleicos: iRNA) así como para su desarrollo y perfeccionamiento previo a la comercialización

**CONTENIDOS**

- Termodinámica de equilibrios e interacciones biomoleculares
- Desarrollo de bioensayos de identificación
- Cribado experimental y virtual de quimiotecas
- Análisis de productos naturales
- Ensayos de toxicidad, biodisponibilidad y efectividad
- Relaciones estructura/actividad
- Herramientas para el diseño y la ingeniería de proteínas
- Estabilización, optimización y diseño de proteínas

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio

CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas

CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.

CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.

CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales

CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus

| | | |
|---|---|---|
| conocimientos y juicios | | |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades | | |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. | | |
| **Transversales** | | |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto | | |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. | | |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio | | |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). | | |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. | | |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. | | |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario | | |
| **Específicas** | | |
| CE 16 - Formular las ecuaciones básicas y balances de materia característicos de los equilibrios de unión proteína ligando sencillos | | |
| CE 17 - Diseñar ensayos de identificación de sustancias con actividades biológicas predeterminadas | | |
| CE 18 - Adaptar ensayos de identificación a formatos de alto rendimiento para cribar colecciones extensas de compuestos candidatos. | | |
| CE 19 - Aplicar conocimientos de acoplamiento molecular (docking) a la identificación de compuestos unidores (chaperonas farmacológicas ó inhibidores) | | |
| CE 20 - Diseñar procedimientos de análisis de productos naturales encaminados a la identificación del principio activo | | |
| CE 21 - Diseñar ensayos celulares y animales de toxicidad, de biodisponibilidad y de efectividad de compuestos bioactivos | | |
| CE 22 - Aplicar técnicas estadísticas para llevar a cabo estudios que relacionen estructura molecular con actividad biológica y permitan generar modelos predictivos | | |
| CE 23 - Identificar las técnicas de ingeniería de proteínas adecuadas para modificar o combinar funciones de proteínas preexistentes | | |
| CE 24 - Diseñar estrategias de estabilización de proteínas diana | | |
| **ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):*** | | |
| **Actividad formativa** | **Nº Horas** | **% Presencialidad** |
| Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 20 | 100 |
| Presentación y exposición de un trabajo o seminario. Los alumnos recopilarán de forma individual o en grupo información sobre un tema concreto, dirigidos por el profesor. En general, el análisis de la información conducirá a la elaboración de una memoria estructurada en Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, y Bibliografía, así como a su exposición y debate en clase | 10 | 100 |
| Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática | 15 | 100 |
| Trabajos individuales con ordenador. Serán | 15 | 100 |

| | | |
|---|---|---|
| propuestos por el profesor y versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en las aulas de informática. | | |
| Trabajo individual del alumno | 80 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual.

La preparación de seminarios y trabajos individuales instruirá a los estudiantes en la búsqueda de información relevante en Internet, el uso de las bases de datos, bibliografía científica y de aplicaciones en Red. Se estimulará la utilización por parte de los estudiantes de material científico original (publicaciones científicas, patentes) y su interpretación para la presentación de la información a un público especializado y al público en general. Esta actividad ayudará a los estudiantes en la práctica de saber comunicar conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- de un modo claro y sin ambigüedades.

Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas.

Workshops y debates. La discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años, permitirá a los alumnos expresar sus opiniones sobre el tema en cuestión, así como plantear alternativas a las soluciones presentadas para él.

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| Trabajos. Elaboración de una memoria, sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente en bloques (introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones y biografía) , describe de una forma clara el planteamiento del problema, describe los métodos de una forma clara y los resultados de una forma lógica y secuencial, aporta ideas originales en la descripción, proporciona conclusiones justificables del trabajo, y aporta una bibliografía apropiada. | 35 | 35 |
| Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | 50 | 50 |
| Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se | 15 | 15 |

| | | |
|---|---|---|
| valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate. | | |

| MÓDULO | | Fundamental | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Obligatorio | | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre | |
| Simulation of Biomolecules | | 6 | S | 1 | |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer y se capaz de utilizar los métodos más extendidos de simulación computacional de biomoléculas (particularmente proteínas y ácidos nucleicos) partiendo del conocimiento de sus estructuras tridimensionales.

**CONTENIDOS**

Tras una breve introducción a las técnicas de resolución estructural, se estudiarán los métodos de simulación clásicos y mixtos más empleados con especial atención a sus aplicaciones en Biotecnología y Biomedicina.

- Determinación experimental de estructuras de Biomoléculas
- Descripción de los campos de fuerzas para biomoléculas (Mecánica Molecular)
- Simulaciones de Dinámica Molecular
- Algoritmos y termostatos en Dinámica molecular.
- Muestreo conformacional por métodos de Monte Carlo.
- Análisis de las simulaciones (PCA, modos normales, energías libres, etc).
- La mecánica cuántica (QM) en las simulaciones de reacciones enzimáticas
- Dinámica molecular con métodos híbridos MM/QM
- Métodos de acoplamiento (docking) proteína-(proteína ó DNA) y proteína-ligando
- La simulación de Biomoléculas en entornos de Computación Avanzada.

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio

CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas

CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.

CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.

CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales

CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios

| |
|---|
| (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario |
| **Específicas** |
| CE 06 - Localizar, visualizar e interpretar información sobre la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas (proteínas, ácidos nucleicos, etc) y de moléculas orgánicas o complejos organometálicos |
| CE 07 - Utilizar campos de fuerzas para evaluar la energía de un sistema que incluya moléculas de relevancia biológica y las fuerzas que operan sobre el mismo. |
| CE 08 - Elegir los algoritmos de minimización, de integración y de control de variables generales de simulaciones adecuados para una determinada simulación |
| CE 09 - Realizar simulaciones de dinámica molecular para describir la evolución temporal de un sistema de moléculas biológicas (descripción del conjunto nativo, reacciones de plegamiento/desplegamiento, reacciones de unión/disociación proteína/ligando) |
| CE 10 - Diseñar y utilizar simulaciones de Montecarlo para realizar muestreo conformacional y cálculo de propiedades promedio |
| CE 11 - Realizar análisis de simulaciones aplicando análisis de componentes principales, de modos normales de vibración y de cálculo de diferencias de energía libre. |
| CE 12 - Entender los principios de las simulaciones de mecánica cuántica y su relación con las simulaciones de dinámica molecular |
| CE 13 - Realizar simulaciones híbridas (MM/QM) para el estudio de reacciones enzimáticas |
| CE 14 - Realizar acoplamiento molecular (docking) proteína/proteína y proteína/ligando con distintos niveles de flexibilidad conformacional |
| CE 15 - Encadenar ensayos de acoplamiento entre una diana y una biblioteca de ligandos. |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 20 | 100 |
| Presentación y exposición de un trabajo o seminario. Los alumnos recopilarán de forma individual o en grupo información sobre un tema concreto, dirigidos por el profesor. En general, el análisis de la información conducirá a la elaboración de una memoria estructurada en | 10 | 100 |

| | | |
|---|---|---|
| Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, y Bibliografía, así como a su exposición y debate en clase | | |
| Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática. | 15 | 100 |
| Trabajos individuales con ordenador. Serán propuestos por el profesor y versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en las aulas de informática | 15 | 100 |
| Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual

La preparación de seminarios y trabajos individuales instruirá a los estudiantes en la búsqueda de información relevante en Internet, el uso de las bases de datos, bibliografía científica y de aplicaciones en Red. Se estimulará la utilización por parte de los estudiantes de material científico original (publicaciones científicas, patentes) y su interpretación para la presentación de la información a un público especializado y al público en general. Esta actividad ayudará a los estudiantes en la práctica de saber comunicar conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- de un modo claro y sin ambigüedades.

Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas.

Workshops y debates. La discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años, permitirá a los alumnos expresar sus opiniones sobre el tema en cuestión, así como plantear alternativas a las soluciones presentadas para él.

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| Trabajos. Elaboración de una memoria, sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente en bloques (introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones y biografía) , describe de una forma clara el planteamiento del problema, describe los métodos de una forma clara y los resultados de una forma lógica y secuencial, aporta ideas originales en la descripción, proporciona conclusiones justificables del trabajo, y aporta una bibliografía apropiada. | 35 | 35 |
| Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, | 50 | 50 |

| | | |
|---|---|---|
| de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | | |
| Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate. | 15 | 15 |

| MÓDULO | | Fundamental | | |
|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Obligatorio | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Systems and Synthetic Biology | | 6 | S | 1/1 |
| Asignatura 2 | | | | |
| Asignatura 3… | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer las estrategias más habituales para estudiar un organismo o sistema biológico como un sistema integrado, relacionando genes, proteínas y reacciones bioquímicas

Conocer las estrategias para poder definir las redes biológicas que interrelacionan los elementos del sistema y comprender cómo influyen en su funcionamiento.

Adquirir conocimiento y destreza en el diseño de circuitos genéticos de naturaleza sintética o regulatoria de cara al rediseño de organismos.

**CONTENIDOS**

- Introducción a la biología de sistemas: conceptos básicos, redes biológicas, fuentes de datos
- Análisis de circuitos reguladores sencillos, naturales y sintéticos. Descripción estructural y evolución dinámica
- Redes complejas. Propiedades estructurales. Patrones.
- Redes reguladoras y metabólicas: estructuras y mecanismos de control. Dinámica. Estudio de ejemplos relevantes
-

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio

05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas

06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.

07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.

08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales

09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus

| |
|---|
| conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario |
| **Específicas** |
| CE 01 - Saber construir una red biológica a partir de los datos experimentales presentes en la literatura |
| CE 02 - Saber caracterizar la red desde el punto de vista de sus propiedades estructurales |
| CE 03 - Conocer las características y funciones de las principales redes de interés biológicos |
| CE 04 - Conocer los procesos dinámicos que tiene lugar en las redes biológicas |
| CE 05 - Saber plantear y realizar una simulación de la dinámica en redes reales, para reproducir los datos experimentales |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| A01 Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 20 | 100 |
| A02 Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales mediante la resolución de ejercicios y casos tanto en el aula como "on line*" en sala de ordenadores | 10 | 100 |
| A06 Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática. | 30 | 100 |
| A11Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

| |
|---|
| M01. Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual. |
| M02 Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y como organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas |

| | | |
|---|---|---|
| concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos. | | |
| M04 Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas. | | |
| **SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):*** | | |
| **Sistema de evaluación** | **Ponderación mínima** | **Ponderación máxima** |
| E01 Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje | 45 | 85 |
| E03 Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | 45 | 85 |
| E09 Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate. | 0 | 15 |

| MÓDULO | | Avanzado | | |
|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Optativo | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Molecular Biotechnology - Instrumental techniques | | 6 | S | 1/2 |
| Asignatura 2 | | | | |
| Asignatura 3… | | | | |
| LENGUAS DE IMPARTICIÓN | | | | |
| Inglés | | | | |

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer la aplicación de distintas técnicas instrumentales de uso habitual, fundamentalmente de carácter espectroscópico y biofísico, para el estudio de la relación entre la estructura y la función de biomoléculas (e.g. anticuerpos, enzimas...) en campos relevantes de la investigación Biotecnológica y Biomédica.

Ser capaz de seleccionar el método más adecuado para cada caso particular.

Describir, cuantificar, analizar, integrar, evaluar críticamente los resultados obtenidos mediante el empleo de estas técnicas en términos biológicos y, en consecuencia, tomar decisiones.

**CONTENIDOS**

· Espectroscopia de absorción uv-vis: instrumentación y aplicaciones. Cromóforos en biomoléculas. Determinación de concentraciones, parámetros cinéticos y potenciales de reducción. Espectroscopía Diferencial: equilibrio de formación de complejos y unión de ligandos. Estado de plegamiento y curvas de desnaturalización de biomoléculas. Espectroscopia de absorción en Control de Calidad, Biotecnología y Biomedicina.
· Espectroscopia de dicroísmo circular. Cromóforos en biomoléculas. Identificación de distintos componentes en espectros CD de muestras biológicas; asignación de estructuras secundarias. Caracterización del estado de plegamiento de las proteínas. Estabilidad y control de calidad de biomoléculas.
· Espectroscopia de emisión. Fluoróforos en biomoléculas. Anisotropía de fluorescencia. Transferencia de energía de resonancia de Förster (FRET). Espectroscopía de correlación de fluorescencia (FCS). Técnicas de fluorescencia de partícula única. Identificación de distintos componentes en espectros de muestras biológicas. Cálculo de velocidades de reacción y constantes de interacción. Curvas de desnaturalización y caracterización del estado de plegamiento de las proteínas. Sondas fluorescentes en el estudio de la unión de ligandos y cambios conformacionales de estructuras biológicas. Proteínas fluorescentes. Técnicas de imagen.
Fluorescencia en Control de Calidad, Biotecnología y Biomedicina.
· Espectroscopia y técnicas de cinética rápida: espectrometría cinética inducida por pulso de láser y mezcla rápida con flujo detenido. Estado pre-estacionario: parámetros cinéticos y de interacción.
· Dispersión de luz. Dispersión de luz estática. Dispersión de luz dinámica. Polidispersión. Determinación del radio hidrodinámico, radio de giro y peso molecular a partir de medidas de dispersión de luz. Detección de agregados moleculares. Estudio del ensamblaje y/o agregación de macromoléculas. Empleo de técnicas de dispersión de luz en la industria biotecnológica.
· Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Estabilidad de proteínas y fundamentos de DSC. Desplegamiento de proteínas según procesos de 2 o más estados. Determinación de índices de estabilidad termodinámica en proteínas. Determinación de afinidad de interacción a través del efecto estabilizador de un ligando. Dependencia de la estabilidad de proteínas respecto a factores intrínsecos y extrínsecos. Empleo de DSC en formulación y control de calidad en la industria biotecnológica.
· Calorimetría isotérmica de titulación (ITC). Interacciones en proteínas y fundamentos de ITC. Determinación de parámetros de interacción en proteínas sencillas (1 sitio de unión) y complejas (más de 1 sitio de unión). Fenómenos cooperativos de interacción: interacciones homotrópicas y

| |
|---|
| heterotrópicas. Dependencia de los parámetros de interacción respecto a factores intrínsecos y extrínsecos. Empleo de ITC en formulación y control de calidad en la industria biotecnológica. Empleo de ITC en el desarrollo de moléculas bioactivas.<br>· Espectrometría de masas. Espectrómetros de masas y sus componentes: fuentes de ionización y analizadores. Espectrometría de masas en tándem MS/MS. Interpretación de espectros de masas. Aplicaciones en proteómica y metabolómica. Espectrometría de masas de imagen.<br>· Biosensores ópticos basados en el fenómeno de Resonancia de plasmón de superficie (SPR). Fenómeno de SPR y componentes del sistema. Interacción de biomoléculas a tiempo real. Diseño de un experimento SPR: preparación y selección de la superficie del biosensor, estrategias de inmovilización del ligando, inyección de la muestra, obtención del sensorgrama, regeneración de la superficie de interacción. Aplicaciones: estudios de especificidad, cálculo de concentraciones, cinéticas de interacción y estudios de afinidad.<br>· Enzimología mediante técnicas biofísicas. Medida de actividad enzimática. Inhibidores competitivos y alostéricos. Activadores y rescatadores de función.<br>· Técnicas estructurales para biomoléculas. Difracción de rayos X. Resonancia magnética nuclear. Criomicroscopía electrónica.<br>· Equipamiento para tareas específicas. Desarrollo de equipamiento instrumental dedicado a tareas específicas. Sistemas miniaturizados y microfluídicos. |
| **OBSERVACIONES** |
| |
| **COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):*** |
| **Básicas y Generales** |
| 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información |
| 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad |
| 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia |
| 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio |
| 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas |
| 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales. |
| 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales |
| 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| CG 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| CG 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| CG 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio |
| CG 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de |

| | | |
|---|---|---|
| informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). | | |
| CG 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. | | |
| CG 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. | | |
| CG 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario | | |
| **Específicas** | | |
| CE 50 - Utilizar diversas técnicas instrumentales de uso habitual en la determinación cuantitativa de parámetros que definen el comportamiento de las biomoléculas | | |
| CE 51 - Planificar el correspondiente desarrollo metodológico y de preparación del material biológico para la utilización de técnicas instrumentales en Biotecnología. | | |
| CE 52 - Diseñar experimentos (y/o aplicaciones) que requieran de equipamiento instrumental en la áreas de Bioquímica, Biotecnología, Biomedicina, etc.. | | |
| CE 53 - Interpretar los resultados de técnicas espectroscópicas y físico-químicas en términos Bioquímicos y Biotecnológicos. Análisis crítico de la información. | | |
| CE 54 - Analizar cuantitativamente resultados experimentales con objeto de determinar parámetros de interacción, cinéticos y termodinámicos de los procesos que implican biomoléculas. | | |
| CE 55 - Buscar y analizar información específica y transmitir conceptos básicos acerca de las metodologías y los resultados obtenidos desde el punto de vista de la Biotecnología Cuantitativa. | | |
| CE 56 - Seleccionar la técnica instrumental más adecuada para cada caso particular. | | |
| CE 57 -Transmitir conceptos básicos acerca de las técnicas instrumentales estudiadas y su aplicación. | | |
| **ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):*** | | |
| **Actividad formativa** | **Nº Horas** | **% Presencialidad** |
| Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 24 | 100 |
| Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales mediante la resolución de ejercicios y casos tanto en el aula como "on line*" en sala de ordenadores | 22 | 100 |
| Presentación y exposición de un trabajo o seminario. Los alumnos recopilarán de forma individual o en grupo información sobre un tema concreto, dirigidos por el profesor. En general, el análisis de la información conducirá a la elaboración de una memoria estructurada en Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, y Bibliografía, así como a su exposición y debate en clase | 2 | 100 |
| Talleres y debates. Discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años. El profesor o un experto externo presentarán el tema y se expondrán los avances relevantes. A continuación, el tema se discutirá mediante la formulación de preguntas, por parte de los estudiantes.<br>En algunos casos, se repartirá previamente información al respecto a los alumnos para que ya tengan conocimientos sobre el tema a debatir. | 12 | 100 |
| Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |
| **METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):*** | | |

| |
|---|
| Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semipresenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual. |
| Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semipresencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y cómo organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Los problemas y casos serán resueltos principalmente por los alumnos y servirán para aplicar y discutir los contenidos vistos en clase magistral. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos. |
| La preparación de seminarios y trabajos individuales instruirá a los estudiantes en la búsqueda de información relevante en Internet, el uso de las bases de datos, bibliografía científica y de aplicaciones en Red. Se estimulará la utilización por parte de los estudiantes de material científico original (publicaciones científicas, patentes) y su interpretación para la presentación de la información a un público especializado y al público en general. Esta actividad ayudará a los estudiantes en la práctica de saber comunicar conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- de un modo claro y sin ambigüedades. |
| Workshops y debates. La discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años, permitirá a los alumnos expresar sus opiniones sobre el tema en cuestión, así como plantear alternativas a las soluciones presentadas para él. |

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje | 30 | 30 |
| Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | 60 | 60 |
| Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate. | 10 | 10 |

| MÓDULO | | Avanzado | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Optativo | | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre | |
| Cell and Organism Biotechnology - Experimental methodology | | 6 | S | 1/2 | |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer los distintos modelos celulares y animales y las técnicas avanzadas que se utilizan para su estudio en Biotecnología y Biomedicina.
Ser capaz de ejecutar experimentos avanzados con células y animales modelo relacionados con la Biotecnología y la Biomedicina.

**CONTENIDOS**

- Modelos celulares y animales habituales en investigación: bacterias, levaduras, células eucariotas, ratones.
- Técnicas de cultivo de células procariotas y eucariotas. Bacterias, levaduras. Cultivo de células adherentes y células en suspensión. Cultivo celular en tres dimensiones. Cuerpos embrioides, neuroesferas, organoides. Cultivo celular mediante perfusión continua. Chips de microfluídica: diseño y utilidades.
- Determinación de parámetros metabólicos. Fotosíntesis y respiración celular.
- Citometría y Espectrometría avanzadas.
- Microscopía avanzada. Microscopía óptica multidimensional, microscopía confocal, microscopía de partícula única, microscopía electrónica, microscopía de fuerza atómica.
- Manipulación genética. Transformación, transfección, transducción vírica. Edición genética mediante CRISPR. Tecnología de RNA antisentido. Transgénesis en animales y manipulación de embriones. Técnicas avanzadas de manipulación genética en microorganismos.
- Nanopartículas en biotecnología celular y en organismo. Síntesis, funcionalización, administración, aplicaciones.
- Células madre y medicina regenerativa. Células madre embrionarias e inducidas pluripotentes, diferenciación dirigida, terapia celular y medicina regenerativa.
- Diferenciación de adipocitos.
- Ultracentrifugación.
- Análisis de imágenes de microscopía.
- Valoración funcional en animales. Técnicas avanzadas de fluorescencia y luminiscencia en animales. Métodos para estudios de comportamiento en animales.

**OBSERVACIONES**

Se facilitará siempre una toma de contacto directa del alumno con todas las técnicas,

| |
|---|
| instrumentos, aparatos e instalaciones sobre las que reciban formación teórica en clases presenciales y a través del anillo digital docente. |
| **COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):*** |
| **Básicas y Generales** |
| CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información. |
| CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad. |
| CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia. |
| CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio. |
| CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas. |
| CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales. |
| CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales. |
| CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos. |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación. |
| CB7 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. |
| CB8 - Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. |
| CB9 - Saber comunicar conclusiones, conocimientos y las razones últimas que los sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto. |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio. |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario. |
| **Específicas** |
| CE 58 Seleccionar el microorganismo, modelo celular o el organismo pluricelular más adecuado para cada tipo de proyecto o experimento. |
| CE 59 - Dominar los distintos métodos de cultivo celular, tanto de procariotas como de eucariotas, y de manipulación de los animales más frecuentemente utilizados en investigación en los campos de la Biotecnología y la Biomedicina. |
| CE 60 - Conocer y aplicar las ventajas e inconvenientes de cada modelo celular o animal así como los riesgos implicados en su manipulación y la normativa general que rige su utilización. |
| CE 61 - Utilizar las técnicas más modernas de manipulación genética desde microorganismos hasta animales. |
| CE 62 - Utilizar las técnicas más modernas de análisis y visualización en modelos celulares y animales, desde el nivel molecular hasta el de tejidos y órganos |
| CE 63 - Integrar y aplicar las tecnologías más modernas utilizadas en Biotecnología y Biomedicina. |

| ACTIVIDADES FORMATIVAS *(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):* | | |
|---|---|---|
| **Actividad formativa** | **Nº Horas** | **% Presencialidad** |
| Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 23 | 100 |
| Talleres y debates. Discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años. El profesor o un experto externo presentaran el tema y se expondrán los avances relevantes. A continuación, el tema se discutirá mediante la formulación de preguntas, por parte de los estudiantes. En algunos casos, se repartirá previamente información al respecto a los alumnos para que ya tengan conocimientos sobre el tema a debatir. | 14 | 100 |
| Clases prácticas de laboratorio o aula de informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Se intercalarán con las clases teóricas, poniendo en práctica lo aprendido durante las mismas | 20 | 100 |
| Talleres y debates a través del anillo digital docente. | 3 | 0 |
| Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

| METODOLOGÍAS DOCENTES *(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):* |
|---|
| Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual. |
| Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y cómo organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos. |
| La preparación de seminarios y trabajos individuales instruirá a los estudiantes en la búsqueda de información relevante en Internet, el uso de las bases de datos, bibliografía científica y de aplicaciones en Red. Se estimulará la utilización por parte de los estudiantes de material científico original (publicaciones científicas, patentes) y su interpretación para la presentación de la información a un público especializado y al público en general. Esta actividad ayudará a los estudiantes en la práctica de saber comunicar conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- de un modo claro y sin ambigüedades. |
| Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Máster y diseñar alternativas técnicas y metodológicas. |
| Workshops y debates. La discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años, permitirá a los alumnos |

| | | |
|---|---|---|
| expresar sus opiniones sobre el tema en cuestión, así como plantear alternativas a las soluciones presentadas para él. | | |
| Visitas a laboratorios de investigación y animalario. | | |
| **SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):*** | | |
| **Sistema de evaluación** | **Ponderación mínima** | **Ponderación máxima** |
| Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. Será necesario superar la prueba escrita con al menos un 5 sobre 10, así como aprobar cada una de las dos partes de la prueba (preguntas test y preguntas de respuesta corta) también con al menos un 5 sobre 10, para superar la asignatura. Si se suspende una de las dos partes, la nota que figurará en acta será la de la parte suspendida. Si se suspenden ambas, figurará la nota más alta, en ambos casos prorrateada sobre el total de las actividades de evaluación. | 50 | 80 |
| Talleres. Obligatorio que cada estudiante formule al menos una pregunta significativa y su discusión por los profesores que se encargarán de animar la discusión. Se valorará el número de intervenciones y el interés de las preguntas**.** | 5 | 10 |
| Clases prácticas de laboratorio. Asistencia obligatoria. Se valorará: 1. El desarrollo de la práctica por parte del alumno: es decir, el modo en que el alumno lleva a cabo la práctica teniendo en cuenta los siguientes criterios: - El alumno es capaz de trabajar de forma autónoma teniendo en cuenta las "buenas prácticas de laboratorio".. El informe presentado al finalizar las prácticas, teniendo en cuenta los siguientes criterios:<br>- Describe de forma conveniente los métodos utilizados - Interpreta de forma correcta los resultados - En caso de discrepancia de los resultados, averigua la causa del error y lo enmienda. | 10 | 20 |
| Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo seminario. El tiempo disponible para la exposición será de 15 minutos, seguido de un debate. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate. | 5 | 20 |

| MÓDULO | | Avanzado | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| ECTS Créditos | 6 | Carácter | | | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre | |
| Medicinal Chemistry | | | S | 1/2 | |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer las principales dianas terapéuticas para las que existen fármacos
Conocer las principales herramientas de diseño utilizadas en Química Médica
Conocer los ensayos de ADMET que se efectúan a una molécula candidata para evaluar su potencialidad como fármaco
Conocer las estrategias de la Química Médica para mejorar las propiedades de ADMET de un compuesto
Comprender el itinerario que sigue un compuesto evaluado preclínicamente hasta convertirse en un fármaco comercializado.

**CONTENIDOS**

**Dianas de fármacos y fármacos**
1-Enzimas y receptores como dianas farmacológicas
2-Ácidos nucleicos y otras dianas farmacológicas
3 Agentes antimicrobianos
4 Agentes anticancerígenos
5-Fármacos para el sistema nervioso central
6-Otros fármacos
**Herramientas básicas en Química Médica**
7-Encontrar compuestos cabecera
8-Síntesis combinatoria
9-Fármacos quirales y su síntesis
10-(Q)SARs para guiar la Química Médica
11-Ordenadores en Química Médica
**Caracterización del fármaco: farmacocinética y farmacodinámica**
12-Caracterización química de los compuestos cabecera
13-Farmacocinética y farmacodinámica
14-Seguridad y Toxicología
15-Modelos animales de enfermedad
**Estrategias químicas para mejorar los fármacos**
16-Mejora de la solubilidad y de la afinidad por la diana
17-Mejora de la estabilidad química y de la metabólica
18-Mejora de la unión de proteínas y de la permeabilidad
19-Disminución de la toxicidad
20-Mejora de la administración (profármacos y encapsulación)
**De la droga al paciente**
21-Propiedad intelectual y patentes en el descubrimiento de fármacos
22-Fundamentos de los ensayos clínicos
23-Llevar la droga al mercado
24-Ejemplos ilustrativos en descubrimiento de fármacos

**OBSERVACIONES**

| **COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):*** |
|---|
| **Básicas y Generales** |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo. |
| CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información |
| CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad |
| CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia |
| CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio |
| CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas |
| CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos |
| **Transversales** |
| CT 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| CT 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| CT 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio |
| CT 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| CT 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| CT 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| CT 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario |
| **Específicas** |
| CE 64 Evaluar el interés de una molécula o estructura biológica determinada como diana terapéutica |
| CE 65 Conocer las herramientas básicas de la Química Médica |
| CE 66 Diseñar ensayos farmacocinéticos y farmacodinámicos adaptados a compuestos concretos |
| CE 67 Aplicar principios de diseño a la mejora de las propiedades ADMET de compuestos candidatos |
| CE 68 Entender el proceso de aprobación y comercialización de un fármaco |

| **ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):*** | | |
|---|---|---|
| **Actividad formativa** | **Nº Horas** | **% Presencialidad** |
| Clase magistral participativa | 25 | 100 |
| Clase de resolución de problemas y de casos prácticos | 15 | 100 |
| Talleres y trabajos prácticos en el aula informática | 20 | 100 |

| METODOLOGÍAS DOCENTES *(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):* |
|---|
| M01. Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual. |
| M02. Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y como organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos. |
| M04. Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas. |

| SISTEMAS DE EVALUACIÓN *(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):* | | |
|---|---|---|
| **Sistema de evaluación** | **Ponderación mínima** | **Ponderación máxima** |
| E01. Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje | 10 | 20 |
| E03. Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | 50 | 70 |
| E05. Clases prácticas de laboratorio. Asistencia obligatoria. Se valorará: 1. El desarrollo de la práctica por parte del alumno: es decir, el modo en que el alumno lleva a cabo la práctica teniendo en cuenta los siguientes criterios: - El alumno es capaz de trabajar de forma autónoma siguiendo el protocolo - Trabaja teniendo en cuenta las "buenas prácticas de laboratorio". Se puntuará de 0 a 10 y supondrá un 25% de la calificación final. 2. El informe presentado al finalizar las prácticas, teniendo en cuenta los siguientes criterios: - Describe de forma conveniente los métodos utilizados - Interpreta de forma correcta los resultados - En caso de discrepancia de los | 20 | 40 |

| | | |
|---|---|---|
| resultados, averigua la causa del error y lo enmienda. Se puntuará de 0 a 10 y supondrá un 25% de la calificación final. | | |

| MÓDULO | | Avanzado | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Optativo | | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre | |
| Modelling of Biological System | | 6 | S | 1/2 | |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer las herramientas teóricas/computacionales imprescindibles para poder racionalizar los datos experimentales obtenidos en el estudio de sistemas biológicos.

Conocer los aspectos fundamentales de la descripción dinámica y termodinámica de los sistemas biológicos, y las teorías y ecuaciones relevantes.

Conocer los modelos más utilizados para la descripción de diferentes escalas y procesos biológicos y las técnicas de simulación que permiten relacionar-los modelos con las observables experimentales.

Saber seleccionar el método más adecuado para cada caso particular así como evaluar críticamente los resultados obtenidos o encontrados en la literatura científica.

**CONTENIDOS**

Mecánica estadística, colectividades estadística, interacciones, cooperatividad y transiciones de fase
Modelos de biopolímeros
Modelos de grano grueso
Modelos estocásticos: movimiento browniano y difusión
Ecuaciones de Langevin y Fokker-Planck
La ecuación maestra en química y el algoritmo de Gillespie
Teoría de Kramers en cinética química
Técnicas de simulación: métodos de Monte-Carlo y aplicaciones

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio

CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas

CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.

CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.

CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales

CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos

| | | |
|---|---|---|
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación | | |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio | | |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios | | |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades | | |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. | | |
| **Transversales** | | |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto | | |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. | | |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio | | |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). | | |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. | | |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. | | |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario | | |
| **Específicas** | | |
| CE 69 - Conocer las bases de la teoría de sistemas dinámicos y de la mecánica estadística que se usan para la modelación matemática de los sistemas biológicos.<br>CE 70 - Saber formular el modelo teórico apropiado para la descripción de los resultados experimentales disponibles.<br>CE 71 - Saber las bases teóricas de los paquetes principales de simulación<br>CE 72 - Utilizar las técnicas de simulación y los métodos de aproximación más importantes | | |
| **ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):*** | | |
| **Actividad formativa** | **Nº Horas** | **% Presencialidad** |
| A01 Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 24 | 100 |
| A02 Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales mediante la resolución de ejercicios y casos tanto en el aula como "on line*" en sala de ordenadores | 6 | 100 |
| A06 Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática. | 30 | 100 |
| A11 Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |
| **METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):*** | | |
| M01 Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual. | | |

| | | |
|---|---|---|
| M02 Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y como organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos. | | |
| M04 Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas. | | |
| **SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):*** | | |
| **Sistema de evaluación** | **Ponderación mínima** | **Ponderación máxima** |
| E01 Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje | 45 | 85 |
| E03 Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | 45 | 85 |
| E09 Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate | 10 | 15 |

| MÓDULO | | Avanzado | | |
|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Optativo | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Biostatistics and Bioinformatics | | 6 | S | 1/2 |
| Asignatura 2 | | | | |
| Asignatura 3… | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer la aplicabilidad de distintas herramientas matemáticas para el modelado estadístico de los datos biológicos.
Conocer las herramientas bioinformáticas para el estudio de genomas, genes y proteínas con aplicaciones relevantes en Biotecnología y Biomedicina.
Adiestrarse en la utilización de técnicas básicas de programación aplicada a la Biología

**CONTENIDOS**

- Inferencia y Modelado estadístico clásico. El Modelo Lineal y el Modelo Lineal Generalizado.
- Inferencia y Modelado bayesiano.
- Datos multivariantes. Técnicas de reducción de la dimensión y clasificación.
- Técnicas de Aprendizaje Estadístico Supervisado/No supervisado. Modelos de clasificación y predicción. Curvas ROC. Validación.
- Cadenas de Markov. Modelos ocultos de Markov (Hidden Markov Models).
- Test de Hipótesis y tipos de errores su control y P-valor. Test múltiples y su control de las tasas de error: corrección de Bonferroni, Tasa de Falsos Descubrimientos(FDR) y E-valor.
- Programación orientada al procesamiento de datos en bioinformática: lectura, manipulación y escritura de archivos en el terminal y en scripts.
- Formatos habituales en bioinformática: secuencias de ácidos nucleicos y proteínas y sus alineamientos (FASTA), estructuras moleculares (PDB) y árboles filogenéticos (Newick).
- Algoritmos de programación dinámica para alineamientos locales y globales.
- Búsqueda de secuencias similares en bases de datos locales por medio de alineamientos.
- Alineamientos múltiples de secuencias de ADN y proteínas.
- Alineamientos de estructuras de proteínas y cálculo de RMSD.
- Diseño, desarrollo y fundamentos de análisis de experimentos de RNAseq

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio

CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas

CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales

CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.

| |
|---|
| CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales |
| CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario |
| **Específicas** |
| CE 73 Conocer los modelos probabilísticos y técnicas estadísticas más relevantes en el análisis de datos biológicos. |
| CE 74 Manejar adecuadamente las técnicas de inferencia estadística adecuadas a cada problema. |
| CE 75 Saber construir y validar modelos de predicción (modelos lineales, …) y de clasificación (modelos logísticos, …). |
| CE 76 Reconocer los principales formatos de datos en bioinformática. |
| CE 77 Conocer los algoritmos básicos de alineamientos de secuencias y estructuras de proteínas. |
| CE 78 Conocer dos aproximaciones fundamentales para la inferencia de árboles filogenéticos. |
| CE 79 Manejo en modo local de herramientas fundamentales: BLAST+, BWA, HMMER, CLUSTAL-OMEGA, MAMMOTH, MODELTEST, PHYML. |
| CE 80 Manejar lenguajes de programación y tratamiento de datos biológicos avanzado para analizar datos, representarlos gráficamente y programar algoritmos con ellos. |
| CE 81 Manejo de scripts en el terminal para manipular grandes ficheros de datos. |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| A01 Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 15 | 100 |
| A02 Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales mediante la resolución de ejercicios y | 20 | 100 |

| | | |
|---|---|---|
| casos tanto en el aula como "on line*" en sala de ordenadores | | |
| A06 Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática. | 25 | 100 |
| A11 Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

M01 Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual.

M02 Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y como organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos.

M04 Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Master y diseñar alternativas técnicas y metodológicas

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| E01 Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje | 50 | 100 |
| E03 Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas | 50 | 50 |

| MÓDULO | | Avanzado | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| ECTS Créditos | 6 | Carácter | Optativo | | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre | |
| Big Data in Biology | | | S | 1/2 | |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocer los principales campos de aplicación de la ciencia de datos en investigación Biomédica contemporánea (genómica, transcriptómica, epigenómica, proteómica, metabolómica, etc.), y el impacto derivado de la recolección y análisis masivo de este tipo de datos en Biología y Medicina. Adquirir las bases teóricas, matemáticas y estadísticas que subyacen a los principales pipelines para el análisis de big data en Bio-medicina, así como familiarizarse con el uso de las implementaciones computacionales más populares y actuales de los mismos en el contexto de la investigación Biomédica contemporánea.

**CONTENIDOS**

-Principales aplicaciones de la ciencia de datos en Bio-medicina; principales tipos de bio-big data sets.
-Programación orientada a manejo y visualización de datos.
-Control de calidad en big-data biomédico. Identificación y neutralización de efectos de variación entre lotes y técnicas de reducción de dimensionalidad.
-Testeo múltiple en big-data. Diferentes enfoques y uso de modelos nulos empíricos.
-Análisis de enriquecimiento funcional.
-Análisis de datasets de secuenciación genómica.
-Tecnologías single-cell: definiciones básicas, aplicaciones y análisis de datos.
-Aplicaciones de la teoría de redes a datos -ómicos.
-Fundamentos de inferencia causal.
-El problema de la reproducibilidad en ciencia de datos Biomédica: desafíos, precauciones y prácticas a evitar.

**OBSERVACIONES**

Se recomienda su elección junto a los cursos de Bio-statistics and Bio-informatics, parte de cuyos contenidos se encuentran estrechamente relacionados, o son altamente instrumentales para la adquisición de las competencias específicas asociadas a esta asignatura.

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG 01. Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información.

| |
|---|
| CG 02. Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad. |
| CG 05. Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas. |
| CG 06. Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales. |
| CG 07. Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| CG 08. Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales. |
| **Transversales** |
| CT 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto. |
| CT 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio. |
| CT 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| **Específicas** |
| CE 82 Interpretar datos cuantitativos para discriminar hipótesis complejas. |
| CE 83 Traducir los resultados de análisis cuantitativos en conclusiones de relevancia Biológica sobre el sistema bajo estudio. |
| CE 84 Identificar los aspectos más problemáticos de un diseño experimental, desde su viabilidad técnica y económica hasta el poder estadístico asociado. |
| CE 85 Desenvolverse con familiaridad con el entorno multidisciplinar en investigación biomédica. |
| CE 86 Desarrollar un lenguaje efectivo para la colaboración en el desarrollo de proyectos interdisciplinares en Biomedicina (wet-to-dry lab). |
| CE 87 Familiarizarse con los principales tipos de datasets masivos de mayor relevancia en investigación Biomédica contemporánea.. |
| CE 88 Adquirir fluidez en el manejo computacional básico de grandes datasets de información Biológica: manejo de tablas, almacenamiento, lectura/escritura y parsing, estimación del escalado de tiempo de computación y memoria. |
| CE 89 Hacer uso de bash scripting y fundamentos de paralelización para implementar pipelines analíticos sencillos. |
| CE 90 Aplicar conceptos básicos de estadística y computación al análisis de big data. |
| CE 91 Identificar y resolver en lo posible casos claros de falta de calidad en datasets biomédicos (profundidad de secuenciación insuficiente, efectos de variación entre lotes, muestras anómalas, fallos de etiquetado). |
| CE 92 Implementar pipelines sencillos para el análisis de datos de secuenciación de ARN |
| CE 93 Explorar las principales aplicaciones de la teoría de redes al análisis de datos ómicos: co-expresión, k-nearest neighbors networks, clustering e imputación de missing data. |
| CE 94 Utilizar técnicas de inferencia causal (análisis de mediación, randomización mendeliana), y aplicarlas a ejemplos específicos en Biomedicina. |
| CE 95 Identificar y evitar conductas de riesgo que comprometen la reproducibilidad de los análisis en Bio-medicina: (sesgo de publicación, poder estadístico limitado, P-value hacking, y HARKking (hypothesizing after results are known). |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| A01 - Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos. | 12 | 100 |
| A04.- Talleres y debates. Discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años. El profesor o un experto externo presentaran el tema y se expondrán los avances relevantes. A continuación, el tema se discutirá mediante la formulación de preguntas, por parte de los estudiantes. En algunos casos, se repartirá previamente información al respecto a los alumnos para que ya tengan conocimientos sobre el tema a debatir. | 6 | 100 |
| A05.- Clases prácticas de laboratorio o aula de informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 | 18 | 100 |

| | | |
|---|---|---|
| personas. Se intercalarán con las clases teóricas, poniendo en práctica lo aprendido durante las mismas | | |
| A06.- Talleres y trabajos prácticos en el aula informática. Tendrán lugar en grupos de máximo 10 personas. Versarán sobre aspectos presentados en las clases magistrales y/o en las clases prácticas en aula informática. | 24 | 100 |
| A11.- Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

M01 - Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual.

M04.- Prácticas en laboratorio o talleres en el aula de informática: el profesor proporcionará los guiones de las prácticas de laboratorio a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se realizarán y discutirán en el laboratorio o aula de informática. Estas actividades instruirán al alumno en cómo abordar las técnicas experimentales o los métodos computacionales, presentar datos y resultados proporcionados por la aplicación de estos. Finalmente, los resultados serán puestos en común y discutidos con los compañeros. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en grupo e individual por parte del alumno. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para describir, cuantificar, analizar
y evaluar críticamente los resultados obtenidos, así como para utilizar de forma autónoma las técnicas experimentales y métodos relacionados con este Máster y diseñar alternativas técnicas y metodológicas.

M05.- Workshops y debates. La discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años, permitirá a los alumnos expresar sus opiniones sobre el tema en cuestión, así como plantear alternativas a las soluciones presentadas para él

M07.- Tutorización altamente personalizada. Reuniones periódicas con el estudiante para guiarlo y conocer el grado de avance del mismo. Fomento del trabajo multidisciplinar y estímulo del estudiante para que aporte sus propias ideas y participe en todas las etapas del trabajo (revisión del estado del arte, aporte de ideas, planificación, realización de ensayos preliminares, diseño de un futuro trabajo de investigación). Discusiones abiertas y frecuentes con los tutores. El alumno confeccionará una memoria que recoja el trabajo llevado a cabo y realizará una defensa pública que incluirá no sólo la exposición de las hipótesis de partida, el desarrollo del trabajo y las conclusiones del mismo, sino un debate intenso con los miembros del tribunal sobre la validez y el alcance de los resultados obtenidos, en el que se discutirán todos los aspectos científicos relevantes para el trabajo desarrollado.

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| E03 Examen presencial en el aula de ordenadores. Los alumnos se someterán a una prueba final en el aula de informática donde se les propondrá una serie de problemas prácticos relacionados con los contenidos de la asignatura. Se valorará la corrección de los resultados obtenidos, la limpieza e inteligibilidad del código elaborado para producirlos, y la reproducibilidad de los resultados | 40 | 60 |
| E05.- Clases prácticas de laboratorio. Asistencia obligatoria. Se valorará: 1. El desarrollo de la práctica por parte del alumno: es decir, el modo en que el alumno lleva a cabo la práctica teniendo en cuenta los siguientes criterios: - El alumno es capaz de trabajar de forma autónoma siguiendo el protocolo - Trabaja teniendo en cuenta las "buenas prácticas de laboratorio". Se puntuará de 0 a 10 y supondrá un 25% de la calificación final. 2. El informe presentado al finalizar las prácticas, teniendo en cuenta los siguientes criterios: - Describe de forma | 30 | 40 |

| | | |
|---|---|---|
| conveniente los métodos utilizados - Interpreta de forma correcta los resultados - En caso de discrepancia de los resultados, averigua la causa del error y lo enmienda. Se puntuará de 0 a 10 y supondrá un 25% de la calificación final. | | |
| E09.- Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate. | 10 | 20 |

| MÓDULO | | Avanzado | | |
|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Optativo | |
| ASIGNATURA | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| The SME Biotech - Characteristics, creation and management | | 6 | S | 1/2 |
| Asignatura 2 | | | | |
| Asignatura 3… | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

- Conocer los mecanismos para confeccionar un plan de negocio en toda su extensión, estando en disposición de determinar cuáles son las relaciones de causalidad que se establecen entre las viabilidades que componen dicho plan.
- Poder valorar en última instancia la viabilidad general de una empresa, sobre la base del estudio del plan de negocio y poder realizar recomendaciones encaminadas a determinar cuáles son los límites que condicionan dicha viabilidad.
- Conocer los principales mecanismos de apropiación del valor de las innovaciones resultado del proceso emprendedor entendido en sentido amplio (start-ups, spin-offs e intraemprendimiento), con especial mención de las patentes y el secreto.

**CONTENIDOS**

Se hará un recorrido exhaustivo sobre los aspectos fundamentales en la elaboración de un plan de negocio y que están relacionados fundamentalmente con aspectos estratégicos, comerciales, técnicos y económico-financieros de la empresa. Los contenidos se estructuran conforme a los siguientes puntos:

- El concepto de emprendedor, empresa y proceso emprendedor.
- La innovación y sus tipos
- Mecanismos de apropiación del valor de la innovación: patentes y secreto

- El papel de la PYME en la actividad económica
- Design thinking
- CANVAS: representación del modelo de negocio
- El plan de negocio y el lean start-up
- El intraemprendimiento
- Análisis estratégico de la empresa biotecnológica

- Fuentes de financiación de la PYME
- Aspectos legales de la empresa: forma jurídica, creación y fiscalidad

**OBSERVACIONES**

Los casos prácticos, trabajos y seminarios propuestos contemplarán la elaboración de model canvas y la elaboración de plan de negocio. Se exige al alumno la asistencia continuada y la participación activa en las clases, así como la entrega de las actividades que se propondrán a lo largo del curso.

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con

| |
|---|
| el área de estudio |
| CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas |
| CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales. |
| CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica. |
| CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales |
| CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario |
| **Específicas** |
| CE 96 Dirigir, gestionar y administrar empresas y organizaciones. |
| CE 97 Conocer el funcionamiento de cualquiera de las áreas funcionales de una empresa u organización (PYME) y desempeñar con soltura cualquier labor de gestión en ellas encomendada. |
| CE 98 Valorar la situación y la evolución previsible de empresas y organizaciones (PYME), tomar decisiones y extraer el conocimiento relevante. |
| CE 99 - Elaborar y redactar proyectos de gestión global de empresas y organizaciones de carácter PYME. |
| CE 100- Emitir informes de asesoramiento sobre situaciones concretas de mercados, sectores, organizaciones, empresas y sus áreas funcionales de carácter PYME. |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| Clase magistral participativa. En estas clases se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura y de forma continua se pide la participación de los alumnos | 30 | 100 |
| Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las clases magistrales. Los alumnos analizarán la aplicación de los métodos desarrollados en las clases magistrales | 15 | 100 |

| | | |
|---|---|---|
| mediante la resolución de ejercicios y casos tanto en el aula como "on line*" en sala de ordenadores | | |
| Presentación y exposición de un trabajo o seminario. Los alumnos recopilarán de forma individual o en grupo información sobre un tema concreto, dirigidos por el profesor. En general, el análisis de la información conducirá a la elaboración de una memoria estructurada en Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, y Bibliografía, así como a su exposición y debate en clase | 5 | 100 |
| Talleres y debates a través del anillo digital docente | 10 | 0 |
| Trabajo individual del alumno | 90 | 0 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

Las clases magistrales utilizaran en general las proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación on-line. Se emplearán metodologías semipresenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual y en grupo.

Los problemas y casos se repartirán a través de las plataformas de enseñanza semipresencial y después de la presentación teórica, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo se deben diseñar experimentos, presentar datos y los resultados, y cómo organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Esta parte de la asignatura requiere de un trabajo en equipo e individual del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos. Estas actividades permitirán al alumno adquirir la capacidad y destrezas necesarias para analizar y resolver problemas experimentales relacionados con las técnicas de la asignatura, diseñar experimentos (y/o aplicaciones) de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos.

La preparación de seminarios y trabajos individuales instruirá a los estudiantes en la búsqueda de información relevante en Internet, el uso de las bases de datos, bibliografía científica y de aplicaciones en Red. Se estimulará la utilización por parte de los estudiantes de material científico original (publicaciones científicas, patentes) y su interpretación para la presentación de la información a un público especializado y al público en general. Esta actividad ayudará a los estudiantes en la práctica de saber comunicar conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- de un modo claro y sin ambigüedades Workshops y debates. La discusión de un tópico de investigación o de desarrollo tecnológico relevante que haya mostrado un avance significativo en los últimos años, permitirá a los alumnos expresar sus opiniones sobre el tema en cuestión, así como plantear alternativas a las soluciones presentadas para él.

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| Resolución de problemas y casos prácticos. La resolución de estos ejercicios constituye un trabajo individual o en grupo de los estudiantes. Los estudiantes deberán entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje | 10 | 10 |
| Trabajos. Elaboración de una memoria, sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada en grupos de estudiantes. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente en bloques (introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones y biografía) , describe de una forma clara el planteamiento del problema, describe los métodos de una forma clara y los resultados de una forma lógica y secuencial, aporta ideas originales en la descripción, proporciona conclusiones justificables del trabajo, y aporta una bibliografía apropiada. | 50 | 50 |

| | | |
|---|---|---|
| Prueba escrita. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en el programa de actividades de aprendizaje programadas. | 25 | 25 |
| Seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada en grupos de estudiantes. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, El tiempo disponible para la exposición y defensa del tema durante las sesiones de seminario será de 10-15 minutos. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate. | 15 | 15 |

| MÓDULO | | Avanzado | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Carácter | Optativo | | |
| ASIGNATURA | | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Practical Training in external companies/centres | | | 6 | S | 1/2 |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés/Castellano

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Familiarización con alguno de los centros de trabajo relacionados con la titulación.
Conocer el tipo de retos típico de una empresa biotecnológica, o de un centro de investigación no universitario
-Consecución de objetivos parciales fijados por parte del tutor para cada trabajo concreto.
Adaptación al cronograma y plan de trabajo propuesto.
-Elaboración de informes.

**CONTENIDOS**

Relacionados con las disciplinas del plan de estudios

**OBSERVACIONES**

-El alumno tendrá asignados dos tutores (uno en la Universidad y otro en la empresa, entidad o institución) con los que deberá reunirse periódicamente. Estos tutores son los encargados de supervisar el trabajo desarrollado y valorar su aprendizaje.
-El alumno elaborará un cuaderno de las tareas y actividades en las que participe.

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio

CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas

**Transversales**

CT 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto

CT 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio

**Específicas**

CE 101 -Aplicar en un entorno no académico los conocimientos adquiridos.

CE 102- Fomentar la colaboración con otros profesionales y desarrollar el trabajo en equipo.

CE 103 Conocer las bases moleculares de la manipulación de la información génica en microorganismos, animales y plantas.

CE 104 Ser capaz de trabajar de forma adecuada en un laboratorio con material biológico, incluyendo seguridad, manipulación y eliminación de residuos biológicos y registro anotado de actividades.

CE 105 Ser capaz de abordar y resolver problemas técnicos de procesos biotecnológicos, contemplando diferentes perspectivas con información cualitativa y cuantitativa.

| |
|---|
| CE 106 Ser capaz de diseñar y realizar experimentos y protocolos en el campo de la Biotecnología. |
| CE 107 Ser capaz de calcular e interpretar datos derivados de las observaciones experimentales en relación con su significación y las limitaciones de la aproximación experimental |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| A07 Trabajo del alumno: revisión bibliográfica, realización de ensayos, preparación de una memoria escrita<br>A11.- Trabajo individual del alumno | 150 | 100 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

M07.- Tutorización altamente personalizada. Reuniones periódicas con el estudiante para guiarlo y conocer el grado de avance del mismo. Fomento del trabajo multidisciplinar y estímulo del estudiante para que aporte sus propias ideas y participe en todas las etapas del trabajo (revisión del estado del arte, aporte de ideas, planificación, realización de ensayos preliminares, diseño de un futuro trabajo de investigación). Discusiones abiertas y frecuentes con los tutores. El alumno confeccionará una memoria que recoja el trabajo llevado a cabo y realizará una defensa pública que incluirá no sólo la exposición de las hipótesis de partida, el desarrollo del trabajo y las conclusiones del mismo, sino un debate intenso con los miembros del tribunal sobre la validez y el alcance de los resultados obtenidos, en el que se discutirán todos los aspectos científicos relevantes para el trabajo desarrollado.

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):***

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|---|---|
| E02 - Trabajos. Elaboración de una memoria, sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. Se valorará si el trabajo sigue una estructura coherente en bloques (introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones y biografía) , describe de una forma clara el planteamiento del problema, describe los métodos de una forma clara y los resultados de una forma lógica y secuencial, aporta ideas originales en la descripción, proporciona conclusiones justificables del trabajo, y aporta una bibliografía apropiada.<br>El alumno tendrá un tutor, que será un profesor de cualquiera de los Departamentos con docencia en la titulación y un tutor en la empresa, entidad o institución. Ambos realizarán informes del valor académico y formativo del trabajo desarrollado por el alumno.<br>El alumno deberá realizar un informe-resumen de las prácticas realizadas, así como presentar un cuaderno que recoja todas las actividades desarrolladas.<br>Se seguirán los procedimientos contemplados en la normativa de la Universidad de Zaragoza referente a prácticas externas, empresas e instituciones | 100 | 100 |

| MÓDULO | | Especialización | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MATERIA | | | | | |
| Créditos ECTS | 30 | Carácter | Obligatorio | | |
| ASIGNATURA | | | ECTS | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Master Project | | | 30 | S | 2/1 |
| Asignatura 2 | | | | | |
| Asignatura 3… | | | | | |

**LENGUAS DE IMPARTICIÓN**

Inglés

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados:

1. Ser capaz de desarrollar un trabajo de investigación (experimental, computación o modelización) con un grado significativo de independencia y originalidad.

2. Saber aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en las materias cursadas a la interpretación y crítica de los resultados obtenidos en su trabajo individual.

3. Destreza en la comunicación oral y escrita, difusión de los resultados e interacción con compañeros y profesionales de otras disciplinas.

4. Conocer el funcionamiento de un laboratorio de investigación.y/o de una empresa biotecnológica

**CONTENIDOS**

Realización, supervisada por un profesor del Máster, de un proyecto de investigación relacionado con las temáticas del Máster. En la modalidad A, orientada hacia la investigación científica, los estudiantes podrán elegir entre una variada oferta sobre temas de relevancia en el actual panorama científico y tecnológico de la Facultad de Ciencias y el BIFI, realizando el trabajo en alguno de los grupos de investigación de los profesores que participan en el Máster o en otros centros de investigación que colaboren en los proyectos. El trabajo supone un grado de especialización muy significativo por lo que la temática del mismo habrá de ser acorde con la titulación, y conocimientos del alumno (asignaturas optativas). En la modalidad B, orientada a la empresa biotecnológica, los trabajos serán dirigidos conjuntamente por un tutor que deberá ser profesor del Máster y por un responsable de la empresa, idealmente un Doctor de su departamento de I+D+i. Como en el caso de la modalidad A, el trabajo supone un grado de especialización significativo por lo que la temática del mismo habrá de ser acorde con la titulación y conocimientos del alumno (optatividad).

**OBSERVACIONES**

**COMPETENCIAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):***

**Básicas y Generales**

CG 01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información

CG 02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad

CG 03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia

CG 04 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio

CG 05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas

CG 06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.

CG 07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.

| |
|---|
| CG 08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales |
| CG 09 - Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos |
| CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación |
| CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio |
| CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades |
| CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. |
| **Transversales** |
| 01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto |
| 02 - Comunicar conclusiones propias y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. |
| 03 - Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas y con las limitaciones impuestas por el tiempo o el espacio |
| 04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.). |
| 05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación. |
| 06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de Investigación. |
| 07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario |
| **Específicas** |
| CE25 - Plantear y realizar los experimentos que conducen a resolver un problema de investigación científica o tecnológica valorando sus plazos y su rentabilidad |
| CE26 - Valorar y discutir los datos obtenidos en el trabajo personal con capacidad crítica confrontándolos con los ya publicados en revistas científicas o utilizados por empresas biotecnológicas |
| CE27 - Valorar y discutir los datos obtenidos con expertos en el área de la Biotecnología |
| CE28 - Expresar de forma escrita y oral los resultados de un trabajo de investigación con la terminología de la Biotecnología Cuantitativa. |

**ACTIVIDADES FORMATIVAS** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):***

| Actividad formativa | Nº Horas | % Presencialidad |
|---|---|---|
| Trabajo del alumno: revisión bibliográfica, realización de ensayos, preparación de una memoria escrita | 749 | 70 |
| Presentación y defensa ante un tribunal | 1 | 100 |

**METODOLOGÍAS DOCENTES** ***(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):***

Tutorización altamente personalizada. Reuniones periódicas con el estudiante para guiarlo y conocer el grado de avance del mismo. Fomento del trabajo multidisciplinar y estímulo del estudiante para que aporte sus propias ideas y participe en todas las etapas del trabajo (revisión del estado del arte, aporte de ideas, planificación, realización de ensayos preliminares, diseño de un futuro trabajo de investigación). Discusiones abiertas y frecuentes con los tutores. El alumno confeccionará una memoria que recoja el trabajo llevado a cabo y realizará una defensa pública que incluirá no sólo la exposición de las hipótesis de partida, el desarrollo del trabajo y las conclusiones del mismo, sino un debate intenso con los miembros del tribunal sobre la validez y el alcance de los resultados obtenidos, en el que se discutirán todos los aspectos científicos relevantes para el trabajo desarrollado.

| SISTEMAS DE EVALUACIÓN *(Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):* | | |
|---|---|---|
| **Sistema de evaluación** | **Ponderación mínima** | **Ponderación máxima** |
| Trabajo Fin de Master 1. Memoria: Debe recoger el trabajo realizado. La Memoria será de una extensión de 40 folios y deberá contener los siguientes apartados: Título, Antecedentes y Objetivos, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones y Bibliografía. Contribuirá al 40% de la nota. Se valorarán los siguientes puntos: Estructura respetando el habitual esquema de revistas o memorias y el lenguaje científico o tecnológico Adecuada Introducción Buena definición de objetivos Metodología bien explicada y/o referenciada. Se valorará la metodología empleada: la diversidad y adecuación de los métodos. Expresión de los resultados formalmente correcta. Madurez de la discusión Manejo de la bibliografía Metodología y Resultados obtenidos Se considerará si garantizan una formación adecuada y la madurez del alumno en la discusión de los resultados | 40 | 40 |
| Trabajo Fin de Master. 2. Presentación y defensa Oral: Contribuirá al 40% de la nota. Presentación oral: 25%. Se valorará la estructura y la claridad en la exposición Defensa del trabajo 15%. Se valorará la capacidad de respuesta a las preguntas planteadas y dominio de tema de trabajo realizado | 40 | 40 |
| Trabajo Fin de Master. 3. Informe del Director: Contribuirá al 20% de la nota. El director del trabajo dará una calificación numérica al estudiante teniendo en cuenta los siguientes aspectos: dificultad del trabajo, originalidad requerida por el estudiante, desarrollo de nuevas técnicas, métodos o conceptos o utilización de otros familiares de antemano al estudiante, contribución del estudiante a la planificación del trabajo, habilidad del estudiante en el laboratorio, interpretación de los resultados por el estudiante, esfuerzo total del estudiante, ayuda requerida para la preparación de la memoria y la presentación. | 20 | 20 |

## 6. PERSONAL:

### 6.1 PROFESORADO

| Categoría | Total % | Doctores % | *Horas % |
|---|---|---|---|
| Ayudante | | | |
| Ayudante Doctor | 14.7 | 100 | 11.6 |
| Catedrático de Escuela Universitaria | | | |
| Catedrático Universidad | 17.6 | 100 | 4.1 |
| Maestro de taller o laboratorio | | | |
| Personal docente contratado por obra o servicio | | | |
| Profesor adjunto | | | |
| Profesor agregado | | | |
| Profesor asociado | 2.9 | 100 | 15.0 |
| Profesor auxiliar | | | |
| Profesor colaborador licenciado | | | |
| Profesor colaborador o colaborador diplomado | | | |
| Profesor contratado doctor | 14.7 | 100 | 15.5 |
| Profesor de náutica | | | |
| Profesor director | | | |
| Profesor emérito | | | |
| Profesor ordinario o catedrático | | | |
| Profesor titular | 26.5 | 100 | 34.0 |
| Profesor titular de escuela universitaria | | | |
| Profesor titular de universidad | | | |
| Profesor visitante | | | |
| Otro personal docente con contrato laboral | 23.6 | 100 | 19.8 |
| Otro personal funcionario | | | |

***% de horas que cada categoría de profesorado dedica a la titulación**

En este Máster impartirán docencia diversos catedráticos, profesores titulares, profesores contratados doctores, profesores ayudantes doctores, investigadores ARAID, investigadores de CSIC de las áreas de conocimiento de Bioquímica y Biología Molecular, Biología Celular, Física de la Materia Condensada, Física Teórica, Química Física, Química Orgánica, Métodos Estadísticos, Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública, Ingeniería Mecánica, Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, y Organización de Empresas, así como, puntualmente, ingenieros y técnicos expertos en computación, empresarios biotecnológicos y expertos nacionales e internacionales, que impartirán charlas invitadas en distintas asignaturas. La capacidad formativa en general, y docente en particular, de todo el equipo en relación con la temática del Máster está avalada por la impartición de clases en todos los ciclos universitarios, las tesis doctorales y Trabajos fin de Máster dirigidos, las patentes, la participación en múltiples proyectos de investigación tanto nacionales como internacionales, las publicaciones científicas en revistas especializadas, así como las presentaciones en congresos nacionales e internacionales.

#### 6.1.1 Denominación del profesorado y otros recursos humanos por tipología

La plantilla de profesorado con la que contamos está formada por de 34 doctores a tiempo completo, de los cuales 27 pertenecen a la plantilla del profesorado de la Universidad de Zaragoza, y 7 son investigadores de otras entidades (Fundación “Aragón I+D” (ARAID), Centro Universitario de la Defensa (CUD), Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS)), CSIC (6 de ellos miembros del Instituto de Biocomputación de la Universidad de Zaragoza), que a fines de la didáctica del Master se

afiliarían a los Departamento Universitario como “Colaboradores Extraordinarios”. Finalmente, el reparto de profesorado del Master según su filiación por departamento se resumiría:

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular: 15
Departamento de Física Teórica 5
Departamento de Física de la Materia Condensada: 3
Departamento de Química Física: 1
Departamento de Química Orgánica: 1 Departamento de Métodos Estadísticos: 1
Departamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública: 2 Departamento de Ingeniería Mecánica: 1
Departamento de Dirección y Organización de Empresas: 3
Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas: 1

| Categoría | Total (%) | Doctores (%) |
|---|---|---|
| Catedrático de Universidad | 6 (17.6) | 100 |
| Profesor Titular de Universidad | 9 (26.5) | 100 |
| Profesor Contratado Doctor | 5 (14.7) | 100 |
| Profesor Ayudante Doctor | 5(14.7) | 100 |
| Investigadores ARAID | 4 (11.8) | 100 |
| Investigador RyC | 2 (5.9) | 100 |
| Investjgadores CSIC | 1(2.9) | 100 |
| CUD | 1(2.9) | 100 |
| Profesor Asociado (tiempo parcial 6 horas) | 1 (2.9) | 100 |

**Experiencia docente:**

El 25% del profesorado tiene más de 20 años de experiencia docente, el 30% tiene entre 10 y 20 años de experiencia, y el 45% tiene menos de 10 años de experiencia, calculando en base a los quinquenios.

**Experiencia investigadora:**

El 61% del profesorado tiene más de 20 años de experiencia docente, el 26% tiene entre 10 y 20 años de experiencia, y el 13% tiene menos de 10 años de experiencia Los miembros del BIFI pertenecen a diversos grupos de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón:

| Tipología reconocida | Área | Referencia | Nombre del Grupo |
|---|---|---|---|
| Grupo de Referencia | Exp. y Mat | E30_17R | Biocomputación y Física de Sistemas Complejos y Biológicos |
| Grupo de Referencia | Biomédicas | E45_17R | Protein Targets and Bioactive Compounds |
| Grupo de Referencia | Biomédicas | E35_17R | Biología Estructural |
| Grupo de Referencia | Exp. y Mat | E36_17R | Física Estadística y No Lineal |
| Grupo de Referencia | Exp. y Mat | E38_17R | Física Matemática y Geometría Fractal |
| Grupo de Referencia | Biomédicas | E25_17R | Patología Digestiva |
| Grupo de Referencia | Exp. y Mat | E21_17R | Grupo Teórico de Física de Altas Energías |
| Grupo de Referencia | Exp. y Mat | E42_17R | Catálisis Homogénea por Compuestos Organometálicos |
| Grupo de Referencia | Ag. y Vet | A01_17R | Bioflora |
| Grupo de Referencia | Exp. y Mat | E46_17R | Modelos Estocásticos |
| Grupo de Referencia | Mark. Y Org | S54_17R | Generés |

Estos grupos han participado y participan en decenas de proyectos de investigación financiados por la Comunidad Europea y por Instituciones Nacionales y Autonómicas

Alrededor de un tercio del profesorado tiene experiencia de colaboración con empresas, y se encuentra en una situación ideal para dirigir a los estudiantes interesados en desarrollar su el trabajo de fin de Master de en una empresa biotecnológica.

**Líneas de Investigación**

Las líneas de investigación del profesorado abarcan cuatro grandes áreas científicas que son las propias del Instituto de Biocomputación, más un área socio-económica. Dentro de estas áreas se incluyen diversas líneas, con marcado carácter multidisciplinar y fuerte interacción entre sí:

***Bioquímica y Biología Molecular y Celular***

- *Mycobacterium tuberculosis*
- Desarrollo de Antimicrobianos y mecanismos de resistencia
- Regulación génica y fisiología de cianobacterias
- Genética y Metabolismo del Cerdo
- Genómica Funcional del sistema OXPHOS
- Apoptosis y metabolismo
- Microcistinas y tecnologías relacionadas
- Biología Evolutiva de Plantas

***Biofísica***

- ProtMol: Plegamiento de Proteínas y Diseño Molecular
- Interacciones Biomoleculares
- La Glicosilación de Proteínas y su Papel en Enfermedad
- Redes y Sistemas Complejos
- Modelización Física de Biomoléculas
- Dinámica Molecular y Estructura Electrónica
- Flavoenzimas: Mecanismos de Acción y Biotecnología
- Malplegamiento y Agregación Amiloide de Proteínas
- Diagnóstico Clínico y Drug Delivery

***Física***

- Vidrios de Espín
- Redes y Sistemas Complejos
- Laboratorio para el Estudio del Comportamiento Humano
- Modelización Física de Biomoléculas
- Dinámica Molecular y Estructura Electrónica
- Modelización Teórica y Aplicada de Sistemas Complejos

***Computación***

- Ciencia Ciudadana
- Análisis de Datos, Visualización Avanzada y Desarrollo de Software
- Computación de Alto Rendimiento (HPC)
- Grid y Cloud Computing
- Ordenadores Dedicados
- Sistemas de Información y Bases de Datos.

***Emprendimiento y estrategia***

- Dirección estratégica
- Dinámica competitiva
- Comportamiento empresarial
- Emprendimiento
- Internacionalización

La impartición del Máster conlleva una carga docente "frontal" de 960 horas (78 créditos x 10 horas/crédito, más el desdoblamiento de las prácticas de las asignaturas obligarorias) de dedicación del profesorado, considerando todas las asignaturas obligatorias y optativas (pero excluyendo las prácticas externas), más 600-750 horas de dedicación a la dirección de los trabajos máster (estimando 30 horas de seguimiento por cada trabajo de fin de master, de 30 créditos, por 20-25 estudiantes).

El incremento de 36 créditos ofertados, y la naturaleza marcadamente práctica de las clases (alrededor de 2/3 de todas las clases frontales son de práctica de laboratorio/ordenador) implican un incremento global de 540 horas “frontales”, entre todos los departamentos involucrados en la docencia, con respecto a la situación actual en el Máster de Biotecnología Cuantitativa; a esta estimación hay que añadirle el incremento esperado de 10-15 TFMs con respecto a la situación actual, para un total de 300-450 horas, lo que supondría un incremento total de 840-990 horas, para llegar a un total de horas de compromiso docente .

Si nos fijamos en los dos departamentos con más carga docente, la estimación atribuye al departamento de Bioquímica un aumento de alrededor de 210 horas frontales, más 210-330 horas de dirección de TFM (considerando un aumento de 7-11 estudiantes en TFM del departamento), y al departamento de Física Teórica un incremento de 180 horas frontales, más 90-120 horas de dirección de TFM.

El personal actualmente disponible para la docencia en el máster de Biotechnology, Bio-Big Data and Drug Discovery podríauede hacerse cargo de unas 250-300 horas más (la estimación es imprecisa, ya que es dificil prever cuanta parte de la disponibilidad docente los departamentos podrán dedicar al máster.) Para el resto de horas, sería preciso contar con la incorporación de nuevo profesorado del área de Bioquímica y Biología Molecular y Celular y de Física Teórica, los dos departamentos más involucrados en la docencia, tenido en cuenta también que ya a partir del próximo año se prevén jubilaciones (véase la memoria económica adjunta, para mayor detalle). Por eso, y por ello, se requieren dos ayudantes doctores para impartir 480 horas entre docencia presencial y seguimiento de los trabajos de máster). Además, se solicita una figura de asociado para el departamento de Dirección y Organización de Empresas, donde no hay suficiente holgura para garantizar el aumento de docencia en el máster.

### 6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS

Para las tareas de organización general, matrícula, secretaría, organización de los laboratorios y asistencia a los profesores para la correcta impartición de las prácticas y dirección de los Trabajos Fin de Máster, la Facultad de Ciencias y el IUI Bifi cuentan en la actualidad con el PAS necesario, que se detalla en las tablas siguientes.

**PERSONAL DE APOYO ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS**

**que colabora directa o indirectamente en la impartición de las titulaciones**

| PUESTO | | Nº PUESTOS | GRUPO | PERFIL FORMATIVO |
|---|---|---|---|---|
| ***ADMINISTRACIÓN / SECRETARÍA*** | | | | |
| **Área de Secretaría** | Administrador | 1 | A1/A2 | Gestión económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Programas informáticos de gestión del área funcional<br>Gestión de personal, Organización del trabajo: gestión y dirección. |
| | Secretario Decanato | 1 | C1 | Organización de actos y protocolo<br>Ofimática |
| | Jefe secretaría | 1 | A2/C1 | Gestión económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Programas informáticos de gestión del área funcional<br>Gestión de personal, Organización del trabajo: gestión y dirección |
| | Jefe de Negociado (Secretaría) | 2 | C1 | Gestión económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Ofimática |
| | Técnico Relaciones Internacionales | 1 | C1 | Idiomas<br>Gestión académica<br>Ofimática<br>Programas de movilidad |
| | Puesto básico administración (Secretaría) | 5 | C1/C2 | Ofimática |

| ***CONSERJERÍA*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área de Conserjería/ Reprografía** | Encargado conserjería | 2 | C1 | Ofimática |
| | Puesto básico de servicios | 13 | C1/C2· | Ofimática |
| | Oficial de impresión y edición | 3 | C1/C2 | Artes gráficas y ofimática |

| ***BIBLIOTECA*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área de Biblioteca** | Director de biblioteca | 1 | A1/A2 | Gestión económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Programas informáticos de gestión del área funcional<br>Gestión de personal, Organización del trabajo: gestión y dirección |
| | Coordinador área biblioteca | 1 | A1/A2 | Gestión económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Programas informáticos de gestión del área funcional<br>Gestión de personal, Organización |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | del trabajo: gestión y dirección |
| | Bibliotecario | 1 | A1/A2 | Programas informáticos de gestión del área funcional<br>Organización del trabajo: gestión y dirección |
| | Puesto básico administración (Biblioteca) | 2 | C1/C2 | Ofimática |
| | Puesto básico biblioteca | 10 | C1/C2 | Conocimientos básicos de bibliotecas |

| **DEPARTAMENTOS CON DOCENCIA** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ***BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR Y CELULAR*** | | | | |
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |
| **Área de Laboratorios** | Técnico especialista | 2 | C1 | Formación en microbiología<br>Formación en técnicas de laboratorio |
| | Oficial | 1 | C1 | Formación en química<br>·Formación en técnicas de laboratorio |
| ***FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA*** | | | | |
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |
| | Puesto básico administración | 1 | C1/C2 | Ofimática |
| **Área de Laboratorios** | Técnico especialista | 1 | C1 | Formación en máquinas y herramientas<br>Formación en técnicas de laboratorio |
| ***FÍSICA TEÓRICA*** | | | | |
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |
| | Puesto básico administración | 1 | C1/C2 | Ofimática |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área de Laboratorios** | Técnico especialista | 1 | C1 | Formación en Física<br>Formación en técnicas de laboratorio |

| ***MÉTODOS ESTADÍSTICOS*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |

| ***QUÍMICA FÍSICA*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |
| **Área de Laboratorios** | Técnico especialista | 1 | C1 | Formación en química<br>Formación en técnicas de laboratorio |
| | Oficial | 1 | C1 | Formación en química<br>Formación en técnicas de laboratorio |

| ***QUÍMICA ORGÁNICA*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |
| **Área de Laboratorios** | Técnico especialista | 2 | C1 | Formación en química<br>Formación en técnicas de laboratorio |

| ***MICROBIOLOGÍA. MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |
| | Puesto básico administración | 1 | C1/C2 | Ofimática |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área de Laboratorios** | Técnico especialista | 2 | C1 | Formación en química<br>Formación sanitaria<br>Formación en técnicas de laboratorio |

| ***INGENIERÍA MECÁNICA*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |
| | Puesto básico administración | 2 | C1/C2 | Ofimática |
| **Área de Laboratorios** | Maestro de taller | 2 | A2 | Mecánica<br>Ingeniería y arquitectura |
| | Técnico especialista | 1 | C1 | Automoción |
| | Oficial | 1 | C1 | Automoción |

| ***DIRECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |

| ***INFORMÁTICA E INGENIERÍA DE SISTEMAS*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Área Administrativa** | Jefe de Negociado | 1 | C1 | Gestión Económica, Presupuestaria y Contabilidad<br>Gestión académica<br>Organización del trabajo<br>Gestión de la investigación<br>Ofimática |

La vinculación de todos los puestos es permanente. La titulación de acceso requerida es la siguiente:

| Escala | Titulación de acceso |
|---|---|
| A1/A2 | Título de Grado o equivalente |
| C1 | Título de Bachiller, técnico o equivalente |
| C2 | Título de graduado en educación secundaria obligatoria o equivalente |

## 6.3 MECANISMOS PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES Y LA NO DISCRIMINACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

La Universidad de Zaragoza, tal como se recoge en sus Estatutos (Capítulo I, Art. 3): "h) facilitará la integración en la comunidad universitaria de las personas con discapacidades; i) asegurará el pleno respeto a los principios de libertad, igualdad y no discriminación, y fomentará valores como la paz, la tolerancia y la convivencia entre grupos y personas, así como la integración social".

Estos principios, ya contemplados en normativas de rango superior (artículos 9.2, 10, 14 y 49 de la Constitución española; ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo para la igualdad efectiva de mujeres y hombres; ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad; Ley 7/2007 de 12 de Abril, del Estatuto básico del Empleado Público; Ley 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (BOE 24/12/2001), modificada por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, (BOE 13/04/2007), son de aplicación efectiva en los procesos de contratación del profesorado y del personal de apoyo, existiendo en la Universidad de Zaragoza órganos que velan por su cumplimiento y atienden las reclamaciones al respecto (Comisión de Garantías, Comisiones de Contratación, Tribunales de Selección, Defensor Universitario).

### *MEDIDAS PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES*

En relación con los mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombre y mujeres, en la Universidad de Zaragoza se ha creado el Observatorio de igualdad de género, dependiendo del Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y Comunicación, que tiene como objetivo prioritario la promoción de la igualdad de oportunidades de todas las personas que forman la comunidad universitaria. Su función es garantizar la igualdad real, fundamentalmente en los distintos ámbitos que competen a la Universidad.

Entre otras, tiene la tarea de garantizar la promoción equitativa de mujeres y hombres en las carreras profesionales tanto de personal docente e investigador como de personal de administración y servicios. Así mismo, tiene encomendada la tarea de elaborar un plan de igualdad de oportunidades específico para la Universidad de Zaragoza.

### *MEDIDAS PARA ASEGURAR LA NO DISCRIMINACIÓN ACCESO AL EMPLEO PÚBLICO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD*

El artículo 59.1 de la Ley 7/2007 de 12 de abril, del Estatuto Básico del Empleado Público, establece que las Administraciones en sus ofertas de empleo público, reservarán un cupo no inferior al 5% de las vacantes para ser cubiertas entre personas con discapacidad.

En cumplimento de esta norma, el Pacto del Personal Funcionario de la UZ en su artículo 25.2 establece la reserva de un 5% en los procesos de selección del Personal de Administración y Servicios. Para el PDI no hay normativas equivalentes, pero los órganos encargados de la selección velan por el cumplimiento de los principios de igualdad y accesibilidad, que en algunos casos se van incluyendo ya explícitamente en las disposiciones normativas al respecto.

Asimismo, el artículo 59.2 de dicho Estatuto Básico del Empleado Público establece que cada Administración Pública adoptará las medidas precisas para establecer las adaptaciones y ajustes razonables de tiempos y medios en el proceso selectivo y, una vez superado dicho proceso, las adaptaciones en el puesto de trabajo. A este respecto, la Universidad de Zaragoza tiene establecido un procedimiento a través de su Unidad de Prevención de Riesgos Laborales, para que los Órganos de Selección realicen tanto las adaptaciones como los ajustes que se estimen necesarios. Además, se faculta a dichos Órganos para que puedan recabar informes y, en su caso, colaboración de los órganos técnicos de la Administración Laboral, Sanitaria o de los órganos competentes del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales o de la Comunidad Autónoma.

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

### Accesibilidad universal

La Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad se basa y pone de relieve los conceptos de no discriminación, acción positiva y accesibilidad universal. La ley prevé, además, la regulación de los efectos de la lengua de signos, el reforzamiento del diálogo social con las asociaciones representativas de las personas con discapacidad mediante su inclusión en el Real Patronato y la creación del Consejo Nacional de la Discapacidad, y el establecimiento de un calendario de accesibilidad por ley para todos los entornos, productos y servicios nuevos o ya existentes. Establece, la obligación gradual y progresiva de que todos los entornos, productos y servicios deben ser abiertos, accesibles y practicables para todas las personas y dispone plazos y calendarios para realización de las adaptaciones necesarias.

Respecto a los productos y servicios de la Sociedad de la Información la Ley establece en su disposición final séptima, las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.

Y favoreciendo la formación en diseño para todos la disposición final décima se refiere al currículo formativo sobre accesibilidad universal y formación de profesionales que el Gobierno, debe desarrollar en «diseño para todos», en todos los programas educativos, incluidos los universitarios, para la formación de profesionales en los campos del diseño y la construcción del entorno físico, la edificación, las infraestructuras y obras públicas, el transporte, las comunicaciones y telecomunicaciones y los servicios de la sociedad de la información.

La Universidad de Zaragoza ha sido sensible a los aspectos relacionados con la igualdad de oportunidades desde siempre, tomando como un objetivo prioritario desde finales de los años 80, convertir los edificios universitarios, y su entorno de ingreso en accesibles mediante la eliminación de barreras arquitectónicas.

En este sentido, se suscribieron tres convenios con el INSERSO en el que participó la Fundación ONCE que desarrollaban programas de eliminación de barreras arquitectónicas. De esta forma, en 1998 podíamos afirmar que la Universidad de Zaragoza no presentaba deficiencias reseñables en la accesibilidad física de sus construcciones.

Se han recibido muestras de reconocimiento de esta labor en numerosas ocasiones y, por citar un ejemplo de distinción, en el año 2004, la Universidad de Zaragoza obtuvo el Premio anual de accesibilidad en “Adecuación y urbanización de espacios públicos” que otorga anualmente la Asociación de Disminuidos Físicos de Aragón y el Colegio de Arquitectos.

En los convenios reseñados, existían epígrafes específicos de acomodo de mobiliario y medios en servicios de atención, en el transporte y en telenseñanza.

La Universidad de Zaragoza ha dado recientemente un paso más en esta dirección suscribiendo un nuevo convenio en 2004 para la elaboración de un Plan de accesibilidad sensorial para la Universidad de Zaragoza que se tuvo disponible en 2005 y que se acompaña como referencia básica en los nuevos encargos de proyectos de las construcciones. El Plan fue elaborado por la empresa Vía Libre- FUNDOSA dentro del convenio suscrito por el IMSERSO, Fundación ONCE y la Universidad. Contempla el estudio, análisis de situación y planteamiento de mejoras en cuatro ámbitos de actuación: edificios, espacios públicos, transporte y sitio web.

Por lo tanto, cabe resaltar que las infraestructuras universitarias presentes y futuras tienen entre sus normas de diseño las consideraciones que prescribe la mencionada Ley 51/2003.

Junto con el cumplimiento de la reseñada Ley, se tiene en cuenta el resto de la normativa estatal, autonómica y local vigente en materia de accesibilidad.

### Mecanismos para realizar o garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios disponibles en la universidad y su actualización

Los mecanismos para realizar o garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios en la universidad, así como los mecanismos para su actualización son los propios de la Universidad de Zaragoza.

La Universidad de Zaragoza dispone de un servicio centralizado de mantenimiento cuyo objetivo es mantener en perfecto estado las instalaciones y servicios existentes en cada uno de los Centros Universitarios.

Este servicio se presta por tres vías fundamentales:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Técnico-Legal

Para garantizar la adecuada atención en cada uno de los Centros, se ha creado una estructura de Campus que permite una respuesta más rápida y personalizada.

El equipo humano lo forman treinta y dos personas pertenecientes a la plantilla de la Universidad, distribuidos entre los cinco campus actuales: San Francisco y Paraninfo, Río Ebro, Veterinaria, Huesca y Teruel. En cada campus existe un Jefe de Mantenimiento y una serie de técnicos y oficiales de distintos gremios. Esta estructura se engloba bajo el nombre de Unidad de Ingeniería y Mantenimiento que está dirigida por un Ingeniero Superior y cuenta, además, con el apoyo de un Arquitecto Técnico.

Dada la gran cantidad de instalaciones existentes, y que el horario del personal propio de la Universidad es de 8 a 15 h, se cuenta con el apoyo de una empresa externa de mantenimiento para absorber las puntas de trabajo y cubrir toda la franja horaria de apertura de los centros. Además, se cuenta con otras empresas especializadas en distintos tipos de instalaciones con el fin de prestar una atención específica que permita cumplir las exigencias legales, cuando sea el caso.

## 7.1 JUSTIFICACIÓN DE QUE LOS MEDIOS MATERIALES Y SERVICIOS DISPONIBLES (ESPACIOS, INSTALACIONES, LABORATORIOS, EQUIPAMIENTO CIENTÍFICO, TÉCNICO O ARTÍSTICO, BIBLIOTECA Y SALAS DE LECTURA, NUEVAS TECNOLOGÍAS ETC.) SON ADECUADOS PARA GARANTIZAR EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS PLANIFICADAS, OBSERVANDO LOS CRITERIOS DE ACCESIBILIDAD UNIVERSAL Y DISEÑO PARA TODOS.

Los medios materiales y servicios disponibles en la Facultad de Ciencias y en el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos garantizan plenamente las actividades de aprendizaje del Máster enBiotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery . Entre estas instalaciones cabe destacar:

**Aulas**

El Máster en Biotechnology, Bio-Big-Data and Drug Discovery se impartirá en los espacios disponibles en los edificios A y D de la Facultad de Ciencias y el aula propia dotada con 25 ordenadores personales en el edificio I+D+i, donde se impartirán las clases teóricas y las prácticas computacionales. También se dispone de aulas para la realización de seminarios y trabajos en grupo, diseñadas específicamente para facilitar la interacción, con mesas móviles que permiten la configuración de grupos reducidos para la discusión de problemas o casos prácticos. Además, se dispone de varias salas de conferencias para charlas y seminarios. Las aulas cuentan con retroproyector para transparencias, con videoproyectores fijos y las correspondientes pantallas para la proyección de las imágenes, conexión a internet (red Ethernet) y WiFi, además, por supuesto, de medios materiales mas tradicionales como las pizarras.

**Laboratorios**

El Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos posee diversos laboratorios donde se impartirán las prácticas experimentales y se llevarán a cabo los Trabajos Fin de Máster que sean de naturaleza experimental. Hay que destacar que se dispone en estos laboratorios de costoso equipamiento científico de última generación, incluyendo varios instrumentos singulares o únicos en nuestro país.

Los laboratorios están convenientemente equipados:

1. Laboratorios generales para estudiantes, postdocs y personal técnico con material estándar de laboratorio.
2. Laboratorio de espectroscopía: espectrofotómetros, fluorímetros, dicroísmo circular, dispersión de luz (DLS y SLS).
3. Laboratorio de interacciones moleculares: calorímetros diferenciales de barrido, calorímetros de titulación isotérmica, resonancia de plasmones superficiales, termoforesis microescala..
4. Laboratorio de biología molecular: electroforesis monodimensional y bidimensional, transiluminador UV, termocicladores, cabinas de flujo laminar, electroporación, equipos de purificación de agua, liofilizador, congeladores de almacenamiento de muestras.
5. Laboratorio de microscopía: microscopio invertido de fluorescencia
6. Laboratorio de cromatografía: equipos de FPLC (intercambio iónico, afinidad y exclusión molecular), equipo de HPLC
7. Laboratorio de difracción de rayos X: difractómetro para proteínas, granja de cristalización, sistemas de dispensación automática de microvolúmenes, cámara anaeróbica.
8. Laboratorios de cultivos celulares: cabinas de seguridad biológica, estufas de cultivo, agitadores orbitales, autoclave, citómetro de flujo, microscopios invertidos.
9. Laboratorio de centrifugación: centrífugas preparativas y ultracentrífuga.
10. Laboratorio de cribado: espectrofotómetro, lectores de placas multimodo
11. Cámaras frías: 5 y -20 ºC.
12. Laboratorio de supercomputación: recursos de computación (clústeres de ordenadores, ordenadores dedicados, computación voluntaria, computación en grid).
13. Laboratorio multimedia: sistema de visualización 3D, sistema de videoconferencia.

Todo ello conforma unos excelentes medios materiales que proporcionarán una muy buena preparación técnica de los egresados.

Además de lo reseñado, la Universidad de Zaragoza posee una completa Biblioteca y Hemeroteca especializada, atendida por personal especializado, y que ofrece el acceso al texto completo a través de la Red a un número importante de revistas en el campo de la Biomedicina y las Ciencias de la Vida, suscritas por la Universidad de Zaragoza o por el grupo G7 de universidades (la lista puede consultarse y acceder a ellas en el enlace: http://biblioteca.unizar.es/buscar/revelec.php). Posee además salas de ordenadores y otras habilitadas para usuarios con ordenadores portátiles. Los estudiantes disponen además de acceso gratuito a la red inalámbrica (WiFi) de la Universidad. Las principales aulas en las que se impartirá el Máster, así como los laboratorios (zonas con poyatas más bajas), están adaptadas para personas discapacitadas.

## 7.2. PREVISIÓN DE ADQUISICIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS Y NO DISPONIBLES

El Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos posee los laboratorios, la infraestructura y el material científico adecuado para la implantación e impartición del Máster en Biotecnología Cuantitativa. No existen por tanto necesidades ni previsiones de mejora especiales. El mantenimiento y la renovación normal de las infraestructuras y equipamientos se realizarán dentro de los programas existentes de la Universidad de Zaragoza o del Gobierno de Aragón en colaboración la Universidad. El mantenimiento normal de equipos e instalaciones se realiza por personal técnico contratado.

Únicamente resulta necesario prever los costes de impartición de las prácticas y de los Trabajos Fin de Máster. Estos costes son especialmente significativos en el caso de las actividades prácticas relacionadas con el apartado experimental biotecnológico. En general la mayoría de estas actividades, incluyendo los Trabajos Fin de Máster, se financian con cargo a proyectos de investigación con financiación externa a la Universidad. De esta forma, una parte de las necesidades están ya cubiertas. Sin embargo, se estima un coste aproximado de 3.000 euros para complementar los gastos de la formación práctica experimental. Así mismo se estima en unos 1.000 euros anuales el coste total del programa de charlas de expertos, más 1000 euros anuales para actividad de difusión y publicidad del máster.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

### 8.1. VALORES CUANTITATIVOS ESTIMADOS PARA LOS INDICADORES Y SU JUSTIFICACIÓN

| | |
|---|---|
| **Tasa de graduación** | 94% |
| **Tasa de abandono** | **3%** |
| **Tasa de eficiencia** | **99%** |

### 8.2. PROGRESO Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**INFORME ANUAL DE LA CALIDAD Y LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Según se dispone en el art. 36 del *Reglamento de la Organización y Gestión de la calidad de los estudios de grado y de máster universitario de la Universidad de Zaragoza:*

- La Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación elaborará un Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje partiendo de los indicadores de los resultados en las diferentes asignaturas, los niveles y criterios de evaluación expresados en las guías docentes, las encuestas a estudiantes y egresados, los resultados de entrevistas con la comunidad universitaria involucrada en las enseñanzas de la titulación y cualquier otra fuente o estudio que considere pertinente.

- En este Informe se evaluará y analizará la calidad de la titulación en sus diferentes aspectos, la adecuación de la planificación y desarrollo de la docencia a los objetivos y planteamientos de la memoria de verificación, se analizarán los resultados de la titulación expresados en sus indicadores, se valorará la coordinación entre materias, la calidad de las actividades de aprendizaje y los procedimientos de evaluación.

- Asimismo, se incluirá la situación actual de las acciones propuestas en el Plan Anual de Innovación y Mejora del curso anterior.

- En el caso de titulaciones impartidas simultáneamente en más de un centro, existirá un Informe de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje por cada uno de los centros que las impartan.

***Descripción y desarrollo del proceso***

La Universidad de Zaragoza ha diseñado el procedimiento Q212 integrado en el Sistema Interno de Gestión de la Calidad (en adelante SGIC) en el que se describe el procedimiento para la elaboración del Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje de la titulación. (https://estudios.unizar.es/pagina/ver?id=7). En dicho procedimiento se indica lo siguiente:

La Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación tiene la competencia para elaborar el Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje en el que se incluirán las conclusiones del análisis y evaluación periódica de la calidad de la planificación, organización y desarrollo de la titulación en todos sus ámbitos a partir del análisis de sus indicadores, los resultados de las encuestas, así como aquellos informes, estudios o consultas que considere relevantes a tal fin. Este Informe constituirá la base para elaborar el Plan Anual de Innovación y Mejora (PAIM) elaborado por el Coordinador y aprobado por la Comisión de Garantía de la Calidad del Título.

***Actuaciones:***

Finalizado el curso académico se establecerá el calendario concreto de actuaciones para la elaboración y gestión del Informe Anual de Evaluación de la Calidad y Resultados de Aprendizaje.

Los miembros del Consejo de Dirección con competencias en política académica y de tecnologías de la información y comunicación arbitrarán los mecanismos para poner a disposición de los agentes del SGIC, la

plataforma informática para la elaboración y gestión de dicho Informe. A través de la aplicación se editará y gestionará el mencionado Informe, conforme al calendario acordado.

El Coordinador de Titulación y la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación recogerán la información que se utilizará para la elaboración del Informe Anual de la Calidad y los Resultados del Aprendizaje. Las fuentes de información serán las siguientes:

- Datos e indicadores de la titulación: tasas de éxito, rendimiento y eficiencia, tanto de la titulación en su conjunto como de los diversos módulos y asignaturas y las tasas de graduación y abandono de la titulación en su conjunto. Estos indicadores serán suministrados centralizadamente por la Unidad de Calidad de la Universidad.

- Resultados de la aplicación del "Procedimiento de evaluación de la satisfacción y de la calidad de la experiencia de los estudiantes en la titulación".

- Resultados de la aplicación del "Procedimiento de evaluación de la satisfacción de los colectivos de PDI y PAS implicados en la titulación".

- Conclusiones de las reuniones de grupos de estudiantes convocadas por el Coordinador de la Titulación. Cuando la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación lo considere oportuno y así lo acuerde, se podrán convocar reuniones con todos los estudiantes de la titulación o de alguno de los cursos para analizar y debatir determinados puntos sobre los que la Comisión requiera información adicional. Estas reuniones serán convocadas formalmente por el Coordinador de Titulación mediante anuncio público realizado con, al menos, 72 horas de antelación en el que se hará constar el orden del día. Se enviará copia de la convocatoria al director del centro responsable de los estudios, a los departamentos implicados y a todo el profesorado implicado en la titulación, para su conocimiento. El documento de conclusiones de la reunión podrá servir de referencia formal para el trabajo de la Comisión de Evaluación, siempre y cuando a la reunión se haya convocado, además de a los estudiantes, a todos los demás miembros de la Comisión de Evaluación y que en dicho documento de conclusiones se haga constar el grado de acuerdo obtenido en las mismas por parte de los estudiantes que participan. Si lo consideran oportuno, los miembros de la Comisión de Evaluación que hayan asistido a la reunión podrán incorporar un comentario personal anexo al documento de conclusiones de la reunión comentando las conclusiones expuestas en el documento o proponiendo las suyas propias. El documento no podrá contener nombres ni referencia alguna a personas concretas.

- Conclusiones de las reuniones de grupos de profesores convocadas por el Coordinador de Titulación. Cuando la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación lo considere oportuno y así lo acuerde, se podrán convocar reuniones con todos los profesores implicados en la titulación o en alguno de los cursos para analizar y debatir determinados puntos sobre los que la Comisión requiera información adicional. Estas reuniones serán convocadas formalmente por el Coordinador de Titulación mediante anuncio público realizado con, al menos, 72 horas de antelación y por correo electrónico remitido a todos los profesores que imparten docencia en la titulación. Se hará constar en convocatoria el orden del día y se enviará copia de la misma al director del centro responsable de los estudios y a los departamentos implicados, para su conocimiento. El documento de conclusiones de la reunión, podrá servir de referencia formal para el trabajo de la Comisión de Evaluación, siempre y cuando a la reunión se haya convocado, además de al profesorado, a todos los demás miembros de la Comisión de Evaluación y que en dicho documento de conclusiones se haga constar el grado de acuerdo obtenido en las mismas por parte de los profesores de la titulación que participan. Si lo consideran oportuno, los miembros de la Comisión de Evaluación que hayan asistido a la reunión podrán incorporar un comentario personal anexo al documento de conclusiones de la reunión comentando las conclusiones expuestas en el documento o proponiendo las suyas propias. El documento no podrá contener nombres ni referencia alguna a personas concretas.

- Evidencias extraídas del "Procedimiento de sugerencias, quejas y alegaciones para la mejora del título" (Q231).

- Conclusiones del "Procedimiento de seguimiento de la inserción laboral de los titulados" (Q224).

- Guías docentes. Se aprueban con anterioridad al inicio de cada curso académico y establecen los resultados de aprendizaje previstos para cada asignatura así como los indicadores que acreditan su

adquisición a los niveles adecuados; los criterios y procedimientos de evaluación previstos para asegurar su adecuación a los objetivos y niveles previstos, su transparencia y fiabilidad. El Coordinador de la Titulación será responsable de acreditar el cumplimiento efectivo, al final del curso académico, de las actividades y de los criterios y procedimientos de evaluación previstos en las guías docentes.

- Cualquier otra fuente o estudio que considere pertinente.

El Coordinador de la Titulación, en colaboración con el resto de miembros de la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación, cumplimentará los diferentes apartados del informe basándose en el análisis de la información. Dicho Informe contendrá un diagnóstico de la titulación atendiendo a los elementos señalados anteriormente, e indicará aquellos aspectos susceptibles de mejora en la organización, planificación docente y desarrollo de las actividades del título, elevando una propuesta de acciones para mejorarlos. Deberá ser aprobado por la mayoría de los miembros de la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación y cualquiera de los miembros podrá hacer constar votos y consideraciones particulares que serán adjuntados como anexos al Informe. Una vez aprobado, será remitido al Presidente de la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación, al Director/Decano del centro y al Vicerrector de Política Académica, que dispondrán de un plazo máximo de 7 días hábiles para formular las alegaciones que consideren oportunas y remitirlas al Coordinador de la Titulación.

Una vez valoradas las alegaciones por la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación, el Coordinador elaborará el Informe definitivo que será remitido de nuevo al Presidente de la Comisión de Garantía de la Calidad del título, al Decano/Director del centro y al Vicerrector de Política Académica.

El Informe definitivo será publicado de forma automática en la página web de cada titulación y en la página específica https://estudios.unizar.es/site/acpua en la que aparecen los informes anuales de todas las titulaciones y a la que tiene acceso directo la ACPUA del Gobierno de Aragón encargada de realizar el seguimiento de la adecuada implantación de la enseñanza.

**RESUMEN DE ACTUACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME ANUAL DE LA CALIDAD Y LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

| Responsable | Fecha | Acción | Versión informe |
|---|---|---|---|
| Unidad de Calidad y Racionalización (UCR) | OCTUBRE | Coordina las siguientes acciones:<br>- Preparación de la plataforma y actualización de datos e indicadores del curso académico finalizado.<br>- Información y soporte a los coordinadores de las titulaciones sobre el proceso y calendario concreto.<br>- Gestión de incidencias | v.0 |
| Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación | NOVIEMBRE<br><br>DICIEMBRE | Elabora y aprueba el Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje.<br>- El Coordinador cumplimenta el informe en la plataforma y cierra la v.1 del Informe | v.1 |
| Plataforma | | Remite automáticamente la v.1 del Informe a:<br>- Presidente Comisión de Garantía de la Calidad<br>- Decano/Director del centro<br>- Vicerrector de Política Académica | |
| - Presidente Comisión de Garantía de la Calidad<br>- Decano/Director<br>- Vicerrector con competencias en política académica | ENERO | Plazo para realizar alegaciones y/o aportaciones al Informe | |
| Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación | | Valora las alegaciones y aportaciones, incorporándolas en su caso al documento<br>- El Coordinador incorpora, en su caso, las alegaciones y cierra la v.2 del Informe | v.2 |
| Plataforma | | Remite automáticamente la v.2 del Informe a:<br>- Presidente Comisión de Garantía Calidad<br>- Decano/Director del centro<br>- Vicerrector de Política Académica | |
| | | Publicación automática de los informes en la web de cada acción y en la web: http://estudios.unizar.es/site/acpua para ser consultado por ACPUA | |

## 9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

*Se incluirá únicamente el siguiente enlace:*

https://estudios.unizar.es/pagina/ver?id=7

## 10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

### 10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN DEL TÍTULO

| CURSO | IMPLANTACIÓN MÁSTER | TITULACIÓN A EXTINGUIR |
|---|---|---|
| 2020/2021 | **1º** | Primer año sin docencia |
| 2021/2022 | | Segundo año sin docencia |

### 10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN:

| TÍTULO QUE SE EXTINGUE | | | | TÍTULO DE MÁSTER | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Asignatura | Créditos | Carácter | Asignatura/Materia | Créditos | Carácter |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

### 10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN

| CÓDIGO | ESTUDIO - CENTRO |
|---|---|
| **572** | **Máster Universitario en Biotecnología Cuantitativa- Facultad de Ciencias** |