

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECÍFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Biotecnología Cuantitativa por la Universidad de Zaragoza	No		
LISTADO DE ESPECIALIDADES				
Sin especialidades				
RAMA		ISCED 1	ISCED 2	
Ciencias				
HABILITA PARA PROFESIÓN REGULADA:		NO		
TÍTULO CONJUNTO		No es conjunto		
AGENCIA EVALUADORA				
Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA)				
UNIVERSIDAD SOLICITANTE				
Universidad de Zaragoza				
LISTADO DE UNIVERSIDADES				
CÓDIGO		UNIVERSIDAD		
021		Universidad de Zaragoza		
LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS				
CÓDIGO		UNIVERSIDAD		
No existen datos				
LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES				
No existen datos				

1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS
60	0	0
CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/ MÁSTER
12	18	30
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
ESPECIALIDAD		CRÉDITOS
No existen datos		

1.3. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

1.3.1. Centros en los que se imparte

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
50011987	IUI BIFI

1.3.2. Instituto Universitario de Investigación en Biocomputación y Física de Sistemas Complejos

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL

Si	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
20	20	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	42.0	60.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA
PRIMER AÑO	30.0	42.0
RESTO DE AÑOS	6.0	42.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.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. JUSTIFICACION

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.

Esto justifica el interés global en este tipo de titulaciones que se puede apreciar en la oferta que está surgiendo tanto en España como en todo el mundo para formar profesionales en estas áreas. Pero la ANECA nos indica también

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.

El Máster que aquí presentamos está diseñado para proporcionar a los egresados una formación muy completa para desempeñar esta tarea, contando para ello con los profesores e investigadores del Instituto de Biocomputación y Física de los Sistemas Complejos de la Universidad de Zaragoza (BIFI), así como con su infraestructura de laboratorios y clústeres de computación. Nuestro Instituto es único a nivel nacional en reunir a investigadores de áreas de conocimiento como la Física, las Matemáticas, la Computación, la Bioquímica y la Biología Molecular y Celular. Esto nos sitúa en una posición óptima para impartir un Máster multidisciplinar en el que se integren aspectos de todas esas ramas del conocimiento, diferenciándonos claramente de las posibilidades de otros centros nacionales e incluso internacionales. La singular naturaleza del BIFI lo convierte en el centro idóneo para impulsar un Máster focalizado en Biotecnología cuantitativa fundada en la combinación de técnicas instrumentales y metodologías experimentales y computacionales orientadas al desarrollo de herramientas o productos biotecnológicos y a la fundación de empresas biotecnológicas.

Las especiales características integradoras del Instituto permiten proporcionar a nuestros titulados una oferta docente casi única en el contexto nacional y bastante singular en el contexto internacional. La combinación transversal de enfoques biotecnológicos basados en la modelización y el experimento y orientados a comprender el funcionamiento de la empresa biotecnológica es de gran novedad.

En Aragón existen diversos Grados de los que egresarán muchos estudiantes con perfiles adecuados para cursar este Máster. Con la implantación de los nuevos Grados se espera que la mayoría de estudiantes se decida 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 es el grado de Biotecnología de la Universidad de Zaragoza. El elevado número de solicitudes para realizar el actual Grado en Biotecnología en la UZ, más de 700 solicitudes en cada uno de los cursos 2010-11, 2011-12, 2012-13 y 2013-14 hace esperar que un importante número de estos estudiantes con vocación biotecnológica accedan a estudios de Máster. Una posibilidad para estos alumnos es el Máster de Biología Molecular y Celular que oferta 30 plazas, claramente insuficientes para la previsible demanda de los aproximadamente 60 egresados anuales del grado de Biotecnología a partir del final del curso 2013-2014. El Máster que proponemos ofrecerá una opción atractiva para estos estudiantes. Además el enfoque multidisciplinar de este Máster interesará no sólo a alumnos de Biotecnología sino también, por citar algunos Grados, a Químicos, Físicos, Veterinarios, Tecnólogos de alimentos, etc, 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. Todo esto indica que habrá un importante número de estudiantes que se decantarán por cursar este Máster. Por otra parte, la existencia de numerosas Universidades cercanas a la de Zaragoza donde se imparten Grados equivalentes o similares permite esperar que el máster de biotecnología cuantitativa atraerá asimismo a egresados de dichas Universidades.

Además, al integrar diversas disciplinas, el máster contribuirá al desarrollo profesional de los estudiantes en un ámbito académico e investigador no disponible en otros centros conocidos por nosotros. La formación específica multidisciplinar en técnicas de vanguardia y el enfoque altamente práctico de la formación recibida permitirá a nuestros estudiantes integrarse en otras instituciones para completar su formación o acceder a perfiles laborales especializados, tanto en instituciones públicas como en empresas. En este sentido, el BIFI mantiene colaboraciones con distintas empresas y clústeres de empresas de base biotecnológica, en particular los clústeres Arabiotech y Arahealth, que servirán de apoyo en la formación durante el Máster (ver cartas anexas) y podrían ofertar salidas laborales para algunos de nuestros egresados. Además, para facilitar la incorporación al mundo de la empresa biotecnológica de los egresados del Máster, se oferta una asignatura específica dedicada a la creación y gestión de PYMES biotecnológicas y se oferta la posibilidad de realizar el Trabajo fin de Máster en empresas biotecnológicas aragonesas.

Una de las modalidades (B) del Trabajo Fin de Máster está específicamente pensada para que se realice en empresas biotecnológicas en temas de investigación de interés específico para las mismas. En estos momentos se han iniciado contactos con los clústeres de empresas biotecnológicas Arabiotech, Arahealth, así como contactos individualizados con las empresas: Plebiotics, Zeulab, Certest y Operon, entre otras. Los dos clústeres mencionados, han manifestado su disponibilidad para recibir estudiantes de Trabajo Fin de Máster (en esta modalidad B). Por otro lado, distintos investigadores del BIFI mantienen relaciones y colaboraciones con empresas tanto locales como nacionales entre las que figuran ZEU-Inmunotec, Operon,

Certest, Plebiotic, etc. La formación práctica en nuestro Máster contempla la realización de prácticas en empresas relacionadas con el sector biotecnológico. Además mantenemos colaboraciones activas con muchas otras universidades y centros de investigación para la ejecución de trabajos específicos muy relacionados con la temática del Máster, lo que permitirá a nuestros estudiantes la realización de estancias cortas en otras instituciones con la finalidad de completar su formación práctica aplicándola a casos concretos. En el entorno cultural, el BIFI participa activamente en charlas divulgativas, ferias de ciencia y visitas guiadas de estudiantes de distintos niveles a nuestras instalaciones. Los estudiantes del Máster podrán participar en estas actividades divulgando aspectos específicos de su formación.

Dos aspectos de formato del máster que resultan de gran importancia desde el punto de vista de su repercusión son el carácter nacional o internacional del mismo y el idioma en que se impartirá. Respecto al primer punto, parece evidente que si pretendemos alcanzar un título de calidad y que cuente con la mejor selección posible de estudiantes, debemos decantarnos por dotar de un carácter internacional a nuestro máster. Si nos remitimos, por ejemplo, a una discusión reciente sobre estos aspectos (*IX Foro Aneca: La Universidad del Siglo XXI*, Madrid, 27 de Noviembre de 2007, http://www.aneca.es/prensa/notas/docs/071127_9foroaneca.pdf) uno de los grandes retos a los que se enfrenta la Universidad Española en este siglo es la competencia internacional creciente, y la admisión de nuevos tipos de estudiantes. Nuestras universidades, y los títulos que imparten, deben ofrecer programas al más alto nivel que aspiren a servir como referencia a nivel internacional. Esto, por supuesto, implica que estudiantes de otros países estarán interesados en acceder a nuestras titulaciones, lo que enriquecerá a nuestro propio alumnado y nos obligará a una continua revisión y mejora de nuestros planes de estudio para atender no sólo a necesidades locales o nacionales sino también globales.

Asumiendo el punto anterior, es evidente que el idioma de impartición escogido debe ser necesariamente el inglés. 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 no puede sino redundar 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, especialmente en este período de adaptación de las enseñanzas universitarias al EEES. Así, la declaración de Bolonia promulga la “Promoción de la movilidad, eliminando los obstáculos para el ejercicio efectivo de libre intercambio...” (referencia: <http://www.crue.org/apadsisuniv.htm>). Por este motivo muchas Universidades Europeas no anglosajonas incluyen en su oferta asignaturas o titulaciones completas (masteres sobre todo) impartidas en inglés. Buenos ejemplos los podemos encontrar en Holanda, Suecia, Alemania 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.

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, el Instituto ha encargado a una comisión integrada por siete personas el diseño y pilotaje de la implantación del Máster . En concreto, por orden alfabético:

- Pierpaolo Bruscolini (Departamento de Física Teórica)
- Jesús Clemente Gallardo (Departamento de Física Teórica)
- Milagros Medina Trullenque (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular)
- Yamir Moreno Vega (Departamento de Física Teórica)
- Pedro Razquin Casquero (CEO de ZeULab y presidente de AraBioTech)
- Javier Sancho Sanz (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular)
- Adrián Velázquez Campoy (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular)

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 Pedro Razquin Casquero, doctorado en Bioquímica en la universidad de Zaragoza y colaborador habitual de los investigadores del departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular durante su carrera de casi veinte años en la empresa

biotecnológica. Su experiencia en la creación y gestión de un 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 Bioquímica y Biología Molecular y del máster 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:

- i) Alcanzar una formación en las disciplinas de especialización y en los avances técnicos con mayor relevancia actual*
- ii) Adquirir una visión multidisciplinar de los abordajes científicos a los problemas biológicos*
- iii) Adquirir una formación práctica en las materias y metodologías actuales*
- iv) 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 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=mscbioinformatics>
- 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 (Países 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 (Países 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 (Países Bajos) <http://www.rug.nl/masters/molecular-biology-and-biotechnology/?lang=en>
- Máster en Bioinformatics and Systems Biology de la Universidad de Amsterdam (Países 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 Universität 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>
- 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/>

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 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, 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, Biología Molecular 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.

- 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.

3.2 COMPETENCIAS 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

3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

1. Saber construir una red biológica a partir de los datos experimentales presentes en la literatura
2. Saber caracterizar la red desde el punto de vista de sus propiedades estructurales
3. Conocer las características y funciones de las principales redes de interés biológicos
4. Conocer los procesos dinámicos que tiene lugar en las redes biológicas
5. Saber plantear y realizar una simulación de la dinámica en redes reales, para reproducir los datos experimentales
6. Localizar, visualizar e interpretar información sobre la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas (proteínas, ácidos nucleicos, etc) y de moléculas orgánicas o complejos organometálicos.
7. 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.
8. Elegir los algoritmos de minimización, de integración y de control de variables generales de simulaciones adecuados para una determinada simulación.
9. 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)
10. Diseñar y utilizar simulaciones de Montecarlo para realizar muestreo conformacional y cálculo de propiedades promedio
11. Realizar análisis de simulaciones aplicando análisis de componentes principales, de modos normales de vibración y de cálculo de diferencias de energía libre.
12. Entender los principios de las simulaciones de mecánica cuántica y su relación con las simulaciones de dinámica molecular
13. Realizar simulaciones híbridas (MM/QM) para el estudio de reacciones enzimáticas
14. Realizar acoplamiento molecular (docking) proteína/proteína y proteína/ligando con distintos niveles de flexibilidad conformacional
15. Encadenar ensayos de acoplamiento entre una diana y una biblioteca de ligandos.
16. Formular las ecuaciones básicas y balances de materia característicos de los equilibrios de unión proteína ligando sencillos.
17. Diseñar ensayos de identificación de sustancias con actividades biológicas predeterminadas
18. Adaptar ensayos de identificación a formatos de alto rendimiento para cribar colecciones extensas de compuestos candidatos.
19. Aplicar conocimientos de acoplamiento molecular (docking) a la identificación de compuestos unidores (chaperonas farmacológicas ó inhibidores)
20. Diseñar procedimientos de análisis de productos naturales encaminados a la identificación del principio activo.
21. Diseñar ensayos celulares y animales de toxicidad, de biodisponibilidad y de efectividad de compuestos bioactivos.
22. Aplicar técnicas estadísticas para llevar a cabo estudios que relacionen estructura molecular con actividad biológica y permitan generar modelos predictivos
23. Identificar las técnicas de ingeniería de proteínas adecuadas para modificar o combinar funciones de proteínas preexistentes
24. Diseñar estrategias de estabilización de proteínas diana
25. Plantear y realizar los experimentos que conducen a resolver un problema de investigación científica o tecnológica valorando sus plazos y su rentabilidad

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
27. Valorar y discutir los datos obtenidos con expertos en el área de la Biotecnología
28. Expresar de forma escrita y oral los resultados de un trabajo de investigación con la terminología de la Biotecnología Cuantitativa.

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRICULACIÓN Y PROCEDIMIENTOS ACCESIBLES DE ACOGIDA Y ORIENTACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO PARA FACILITAR SU INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD Y LA TITULACIÓN

En relación con estos aspectos, la Universidad de Zaragoza ha elaborado dos documentos, que se citan a continuación:

- C4-DOC1: Sistemas de información previa a la matriculación
- C4-DOC2: Procedimientos de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad.

Pueden encontrarse en la página web de la Unidad de Calidad y Racionalización de la Universidad de Zaragoza: http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos

En ese marco general, el centro desarrolla 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 ha matriculado.

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

La página web del máster de BIOTECNOLOGIA CUANTITATIVA será de libre acceso y recogerá los siguientes puntos:

1. Perfil de ingreso y criterios de acceso. Criterios de selección en el caso de que la oferta supere a la demanda.
2. Coste económico del máster y becas disponibles.
3. Programa detallado del plan de estudios (módulos fundamental, avanzado y de especialización, trabajos fin de máster propuestos, guías docentes de las asignaturas, horarios de las asignaturas y tutorías). Sistema de evaluación y calendario de exámenes.
4. Cómo solicitar información adicional de interés para el estudiante.
5. Cómo solicitar plaza en el máster de Biotecnología Cuantitativa. El interesado habrá de rellenar un formulario con información personal de contacto y su CV, que será enviado vía electrónica o personalmente al coordinador del máster, para su estudio por la coordinadora del máster y el comité de selección.
6. El comité de selección de estudiantes máster, presidido por el coordinador, evaluará las solicitudes de nuevo ingreso y acorde a los criterios de selección del máster Biotecnología Cuantitativa publicará un listado provisional de los estudiantes admitidos al máster, los reservas y, en su caso, los estudiantes no admitidos por no ajustarse al perfil de ingreso.
7. Información sobre la apertura del plazo de matrícula para los alumnos admitidos.
8. En el caso de que no todos los estudiantes admitidos se matriculasen, la coordinadora del máster se pondrá en contacto con los reservas para que pudieran proceder a su matriculación, en el caso de seguir interesados.

Así mismo se elaborará un díptico sobre el máster que se difundirá en Universidades europeas con especial atención a las que presenten centreo 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 publicará 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 Biotecnología Cuantitativa en actividades no Universitarias, tales como seminarios y encuentros especializados.

En cuanto al Centro de impartición, la página web del Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (www.bifi.es) proporciona amplia información sobre el mismo y su participación en diferentes actividades de difusión.

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

Los estudiantes del Máster serán preferentemente egresados de Grados o Licenciaturas en Biotecnología, Bioquímica, Física, Biología ó Química. También se consideran apropiados los Grados y Licenciaturas en Farmacia, Medicina, Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, así como las titulaciones, especialmente de fuera de nuestro país, que a juicio del coordinador del Máster 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 el seguimiento con aprovechamiento de las clases, que se impartirán en dicho idioma. 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 base de datos académica de la Universidad, accesible desde la página del centro, 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. 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

Asimismo, la página web del centro:

Otros cauces de información de temas académicos son:

1. Tablones de anuncios de la Secretaría del centro de la titulación.
2. 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: <http://www.unizar.es/sicuz/listas/index.htm>

4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

Los requisitos y procedimientos de admisión de los estudiantes son:

1.- Adecuación del Título Universitario de Acceso

-Para acceder a las enseñanzas oficiales del máster de BIOTECNOLOGIA CUANTITATIVA 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 BIOTECNOLOGIA CUANTITATIVA 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 BIOTECNOLOGIA CUANTITATIVA son Grado o Licenciatura en Biotecnología, Bioquímica, Física, Biología, Química, Farmacia, Medicina, Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 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 de BIOTECNOLOGIA CUANTITATIVA 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.

Los criterios de adjudicación de plazas en caso de superar la demanda a la oferta, que también se publicarán en la página web del máster, serán el expediente académico y la formación previa relacionada con el máster. El 70 % de las plazas se adjudicarán, preferentemente, a los titulados en Biotecnología, Bioquímica, Física o Biología con mejor expediente académico. El resto de las plazas se adjudicará entre todos los solicitantes, atendiendo a su expediente académico y formación previa.

La adjudicación de las plazas será responsabilidad del coordinador o coordinadora del máster que, nombrará un comité de selección en el que participarán, además, otros dos profesores del máster.

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.

4.3 APOYO A ESTUDIANTES

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 DISCAPACIDAD.** La Universidad de Zaragoza cuenta con la Oficina Universitaria de Atención a la Discapacidad (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 proporcionar 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 tesis,

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 Máster de Biotecnología Cuantitativa.

Además, los estudiantes del máster de Biotecnología Cuantitativa dispondrán de los procedimientos de acogida y orientación específicos del Master de Biotecnología Cuantitativa, responsabilidad del coordinador del máster y del tutor que les será asignado (cada estudiante contará con un tutor).

Así, 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 del Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos y de la Universidad, cursos de idiomas, actividades propias del máster, etc.). Asimismo, asignará a cada estudiante un tutor.

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 vinculadas 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 Biotecnología Cuantitativa y en la Universidad de Zaragoza.
- 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 multidiscipli- nar 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 cluster 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	
MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

Es de aplicación, el Acuerdo de 9 de julio de 2009, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, por el que se aprueba el Reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Zaragoza.

4.6. COMPLEMENTOS FORMATIVOS

No proceden

5. PLANIFICACION 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
Obligatorias	18
Optativas	12 de 24
Trabajo fin de Master	30
CREDITOS TOTALES	60

5.1.2. Explicación general del plan de estudios.

El Máster en Biotecnología Cuantitativa se organiza en 3 Módulos, que contienen diversas asignaturas. El alumno cursará las 3 Asignaturas Obligatorias del módulo Fundamental y 3 Asignaturas Optativas a elegir entre las 6 que se ofertan en el módulo Avanzado. Esto completará 30 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 6 asignaturas optativas, de entre las que cada alumno debe elegir y cursar 3, garantiza la posibilidad de profundizar en diferentes líneas de especialización en base a las prioridades personales del estudiante. A modo de ejemplo: Un estudiante que prefiera profundizar en el estudio experimental de sistemas de interés biotecnológico podría elegir las optativas 1 y 2, más una tercera optativa que podría ser la 3 ó la 4 (de mayor contenido computacional y modelizador) o la 5 o 6, si desea hacer el Trabajo Fin de Máster de la modalidad (B), en empresa. Un estudiante que prefieran adquirir una especialización mayor en modelización de sistemas biotecnológicos podría elegir las optativas de modelización (3 y 4), más una optativa de mayor contenido experimental (1 ó 2) o bien la 5 o 6, si planea hacer el Trabajo Fin de Máster en la modalidad (B), en empresa. Obviamente hay muchas otras combinaciones que permitirán a cada alumno elegir su perfil de especialización.

5.1.3. Sistema de Calificación.

Con carácter general, el sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el artº 5 RD 1125/2003 de 5 de septiembre (BOE de 18-9), por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones de las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Los resultados obtenidos por el alumno en cada una de las materias del plan de estudios se calificarán en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

0,0 - 4,9	Suspense (SS)
5,0 - 6,9	Aprobado (AP)
7,0 - 8,9	Notable (NT)
9,0 - 10	Sobresaliente (SB)

Asimismo deberá tenerse en cuenta lo aprobado en Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza de fecha 21 de diciembre de 2005 sobre asignación de calificaciones numéricas en los procesos de reconocimiento de créditos de asignaturas.

5.1.4. Planificación temporal del plan de estudios.

Módulo	Asignatura	Créditos ECTS	Organización Temporal	Carácter
Fundamental	Biología Sintética y de Sistemas (Systems & Synthetic Biology)	6	Primer Semestre	Obligatorio
	Simulación de Biomoléculas (Biomolecular Simulation)	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)	4	Segundo Semestre	Optativo
	Métodos experimentales en Biotecnología celular y de organismo (Cell and Organism Biotechnology: experimental methodology)	4	Segundo Semestre	Optativo
	Métodos en bioestadística y bioinformática (Biostatistics & Bioinformatics)	4	Segundo Semestre	Optativo
	Modelización biológica (Biological modelling)	4	Segundo Semestre	Optativo
	La pequeña y mediana empresa biotecnológica: características, creación y gestión (The SME-Biotech: characteristics, creation and management)	4	Segundo Semestre	Optativo
	Regulación y control de calidad (Regulation and Quality Control Issues)	4	Segundo Semestre	Optativo
Especialización	Trabajo Fin de Master (Master Project)	30	Segundo Semestre	Obligatorio

5.1.5. Mecanismos de coordinación docente

Los mecanismos de coordinación docente del Máster son los siguientes:

1. Reunión de los profesores del Master en Mayo-Junio del curso anterior para establecer el calendario de las actividades formativas y la aplicación de los sistemas y criterios de evaluación. Una vez establecidos en el primer curso de implantación, en los cursos sucesivos se notificarán y aprobarán, en su caso, los cambios que sean pertinentes.
2. Publicación del calendario de actividades formativas y sistemas de evaluación en las Guías Docentes en las fichas de las asignaturas.
3. Publicación 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.
4. Reunión informativa del/la Coordinador/a del Master con los estudiantes en Septiembre del curso entrante.

5.1.5. 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, el BIFI mantiene lazos estrechos de colaboración con universidades extranjeras, con una gran afluencia de estudiantes extranjeros, destacando los italianos y los latinoamericanos. Actualmente en el BIFI realizan su doctorado un número considerable de estudiantes latinoamericanos, situación que se espera mantener en un futuro inmediato. La oferta de un Máster en el mismo Instituto en donde los estudiantes tengan la posibilidad de iniciar una carrera en investigación fomentará que muchos de estos estudiantes se decanten por nuestro Máster. 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. Algunos de los profesores del Máster son ya Coordinadores del Programa Socrates-Erasmus de la Universidad de Zaragoza en las áreas de Biotecnología, Biología y Bioquímica. Algunos de los intercambios que actualmente coordinan podrán ser ampliados para incluir en ellos el Master de Biotecnología Cuantitativa. Estos intercambios se ampliarán a otras Universidades con las que el BIFI mantiene 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.

5.2. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

5.2.1. Actividades formativas

Módulos Fundamental y Avanzado

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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. Los debates podrán ser presenciales o a través del anillo digital docente.
5. 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.
6. 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.
7. Prueba de Evaluación. Prueba escrita. Podrá consistir de una prueba de ejercicios, preguntas cortas o preguntas tipo test, y podrá realizarse tanto en aula normal como en el aula de informática.

Módulo de Especialización.

1. Trabajo individual del alumno: revisión bibliográfica, realización de ensayos, preparación de una memoria escrita.
2. Presentación y defensa ante un tribunal.

5.2.2. Metodologías docentes

1. En general en todas las clases se utilizarán proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones, vídeos y navegación off-line. Se emplearán metodologías semi-presenciales para intercambiar información con el alumno y para asesorarle en la presentación de su trabajo individual.
2. 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.
3. 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. 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.
4. 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.
5. 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.

5.2.3. Sistemas de evaluación

Para superar las asignaturas, el estudiante deberá alcanzar una puntuación global mínima de 5 puntos sobre un total de 10 en cada asignatura, evaluado mediante las siguientes actividades:

Participación activa en las clases magistrales. Al comienzo de cada tema los alumnos resumirán en el aula los conocimientos que creen que poseen del mismo. Durante la presentación del profesor, se potenciará su participación, haciéndoles preguntas y potenciando que ellos las hagan. Una vez finalizada la presentación del tema por el profesor, harán otro resumen destacando lo que han aprendido, los aspectos que consideran más relevantes de sus nuevos conocimientos y la relación con los conocimientos adquiridos en otros temas de la asignatura.

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.

Trabajos y seminarios. Elaboración de memoria, exposición y defensa pública de un trabajo práctico sobre un tema relacionado con la materia. La memoria será realizada individualmente o en grupos de 2 estudiantes. Este informe deberá elaborarse siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará en el programa de la asignatura a comienzo de curso. El trabajo será expuesto y defendido por cada grupo de estudiantes en sesiones tipo-seminario, en las cuales los autores deberán intervenir para explicar y argumentar algunos de los puntos contenidos en la memoria, y debatirlos y discutirlos con el resto de participantes de los seminarios (profesores y estudiantes). 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 en bloques (introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones, bibliografía), describe de forma clara y adecuada el planteamiento del problema, describe los métodos de forma clara y los resultados de forma lógica y secuencial, aporta ideas originales en la discusión, proporciona conclusiones justificables del trabajo, y aporta una bibliografía apropiada. Durante la presentación se valorará también la claridad y orden en la exposición, y la madurez en el debate.

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.

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.

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.

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

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

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.

Pruebas para estudiantes que se presenten en otras convocatorias distintas de la primera.

Para aquellos estudiantes que tengan que presentarse en sucesivas convocatorias por no haber superado la asignatura en primera convocatoria, la evaluación consistirá en las mismas pruebas que para los estudiantes de primera convocatoria, con las siguientes particularidades:

1. Aquellos estudiantes que en las convocatorias anteriores hayan obtenido al menos el 50% de la calificación correspondiente al Cuaderno de casos prácticos, no tendrán la obligación de volver a presentarlo.
2. Aquellos estudiantes que en las convocatorias anteriores hayan obtenido al menos 50% de la calificación correspondiente a la memoria y exposición de un trabajo individual no tendrán la obligación de presentar un nuevo trabajo.

5.2.4. Planificación de enseñanzas

Módulo	FUNDAMENTAL		
Asignaturas	ECTS	Anual/Semestral	Curso/semestre
Biología Sintética y de Sistemas (Systems & Synthetic Biology)	6	Semestral	1 / 1
Simulación de Biomoléculas (Biomolecular Simulation)	6	Semestral	1 / 1
Moléculas bioactivas: identificación, diseño y desarrollo (Bioactive molecules: identification, design & development)	6	Semestral	1 / 1
Asignatura	Biología Sintética y de Sistemas (Systems & Synthetic Biology)		

Créditos ECTS	6	Carácter	Obligatorio
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiere			
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.			
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			
01 – Saber construir una red biológica a partir de los datos experimentales presentes en la literatura			
02 – Saber caracterizar la red desde el punto de vista de sus propiedades estructurales			
03 – Conocer las características y funciones de las principales redes de interés biológicos			
04 – Conocer los procesos dinámicos que tiene lugar en las redes biológicas			
05 – Saber plantear y realizar una simulación de la dinámica en redes reales, para reproducir los datos experimentales			
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			
Para alcanzar esos resultados del aprendizaje se abordarán los siguientes contenidos:			
<ul style="list-style-type: none"> • Organización Celular • Genómica Funcional e Ingeniería Genética • Redes Biológicas: Introducción, conceptos básicos, tipos de redes • Redes reguladoras: estructura y mecanismos de control • Estructura de Redes de Transcripción • Estructura de Redes Metabólicas • Dinámica I: Redes Booleanas • Dinámica II: Ecuaciones de Michaelis-Menten y de Hills • Obtención de datos y metodología para el modelado de procesos celulares • Diseño de circuitos genéticos regulatorios y/o sintéticos 			
ACTIVIDADES FORMATIVAS			

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales	20	100
Resolución de casos prácticos	10	100
Talleres prácticos con ordenador	30	100
Metodologías Docentes		
1. Clases magistrales 2. Problemas y casos prácticos 3. Talleres en el aula de informática		
SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Resolución de casos	45	85
Prueba escrita	45	85
Seminarios	10	15
Observaciones		

Asignatura		Simulación de Biomoléculas (Biomolecular Simulation)	
Créditos ECTS	6	Carácter	Obligatorio
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiriere			

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.

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

- 06 - Localizar, visualizar e interpretar información sobre la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas (proteínas, ácidos nucleicos, etc) y de moléculas orgánicas o complejos organometálicos.
- 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.
- 08 - Elegir los algoritmos de minimización, de integración y de control de variables generales de simulaciones adecuados para una determinada simulación.
- 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)
- 10 - Diseñar y utilizar simulaciones de Montecarlo para realizar muestreo conformacional y cálculo de propiedades promedio
- 11 - Realizar análisis de simulaciones aplicando análisis de componentes principales, de modos normales de vibración y de cálculo de diferencias de energía libre.
- 12- Entender los principios de las simulaciones de mecánica cuántica y su relación con las simulaciones de dinámica molecular
- 13- Realizar simulaciones híbridas (MM/QM) para el estudio de reacciones enzimáticas
- 14- Realizar acoplamiento molecular (docking) proteína/proteína y proteína/ligando con distintos niveles de flexibilidad conformacional
- 15 - Encadenar ensayos de acoplamiento entre una diana y una biblioteca de ligandos.

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.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales	20	100
Talleres prácticos con ordenador	15	100
Trabajos individuales con ordenador	15	100
Exposiciones	10	100

1. Metodologías Docentes

2. Clases magistrales
3. Talleres en el aula de informática con debate y análisis de casos de éxito.
4. Trabajos individuales sobre casos propuestos y exposición y debate de los mismos

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Prueba escrita	50	50
Trabajos	35	35
Seminarios	15	15

Observaciones

--

Asignatura		Moléculas bioactivas: identificación, diseño y desarrollo (Bioactive molecules: identification, design & development)	
Créditos ECTS	6	Carácter	Obligatorio
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiere			
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.			
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			
16 – Formular las ecuaciones básicas y balances de materia característicos de los equilibrios de unión proteína ligando sencillos.			
17 – Diseñar ensayos de identificación de sustancias con actividades biológicas predeterminadas			
18 – Adaptar ensayos de identificación a formatos de alto rendimiento para cribar colecciones extensas de compuestos candidatos.			
19 – Aplicar conocimientos de acoplamiento molecular (docking) a la identificación de compuestos unidores (chaperonas farmacológicas ó inhibidores)			
20 – Diseñar procedimientos de análisis de productos naturales encaminados a la identificación del principio activo.			
21 – Diseñar ensayos celulares y animales de toxicidad, de biodisponibilidad y de efectividad de compuestos bioactivos.			
22 – Aplicar técnicas estadísticas para llevar a cabo estudios que relacionen estructura molecular con actividad biológica y permitan generar modelos predictivos			
23 – Identificar las técnicas de ingeniería de proteínas adecuadas para modificar o combinar funciones de proteínas preexistentes			
24 – Diseñar estrategias de estabilización de proteínas diana			
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			

<ul style="list-style-type: none"> • 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 		
ACTIVIDADES FORMATIVAS		
Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales	20	100
Talleres prácticos con y sin ordenador	15	100
Trabajos individuales con ordenador	15	100
Exposiciones	10	100
Metodologías Docentes		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Clases magistrales 2. Talleres en el aula de informática con debate. Análisis de casos de éxito. 3. Trabajos individuales sobre casos propuestos y exposición y debate de los mismos 		
SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Prueba escrita	50	50
Trabajos	35	35
Seminarios	15	15
Observaciones		

Módulo		AVANZADO		
Asignaturas		ECTS	Anual/Semestral	Curso/semestre
Técnicas Instrumentales en Biotecnología Molecular (Molecular Biotechnology: instrumental techniques)		4	semestral	1 / 2
Métodos experimentales en Biotecnología celular y de organismo (Cell and Organism Biotechnology: experimental methodology)		4	semestral	1 / 2
Métodos en bioestadística y bioinformática (Biostatistics & Bioinformatics)		4	semestral	1 / 2
Modelización biológica (Biological modelling)		4	semestral	1 / 2
La pequeña y mediana empresa biotecnológica: características, creación y gestión (The SME-Biotech: characteristics, creation and management)		4	semestral	1 / 2
Regulación y control de calidad (Regulation and Quality Control Issues)		4	semestral	1 / 2
Asignatura		Técnicas Instrumentales en Biotecnología Molecular (Molecular Biotechnology: instrumental techniques)		
Créditos ECTS	4	Carácter	Optativo	
Lenguas de impartición				
Inglés				
Competencias que el estudiante adquiere				

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.

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

- 29 - Utilizar diversas técnicas instrumentales de uso habitual en la determinación cuantitativa de parámetros que definen el comportamiento de las biomoléculas.
- 30 - Planificar el correspondiente desarrollo metodológico y de preparación del material biológico para la utilización de técnicas instrumentales en Biotecnología.
- 31 - Diseñar experimentos (y/o aplicaciones) que requieran de equipamiento instrumental en las áreas de Bioquímica, Biotecnología, Biomedicina, etc..
- 32 - Interpretar los resultados de técnicas espectroscópicas y físico-químicas en términos Bioquímicos y Biotecnológicos. Análisis crítico de la información.
- 33 - Analizar cuantitativamente resultados experimentales con objeto de determinar parámetros de interacción, cinéticos y termodinámicos de los procesos que implican biomoléculas.
- 34 - 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.
- 35- Seleccionar la técnica instrumental más adecuada para cada caso particular.
- 36-Transmitir conceptos básicos acerca de las técnicas instrumentales estudiadas y su aplicación.

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

Se abordará la utilización de distintas técnicas biofísicas, fundamentalmente físico-químicas y espectroscópicas, como herramientas de uso habitual y especializado en el trabajo diario de un laboratorio de biotecnología, haciendo especial hincapié en sus aplicaciones. La asignatura incluirá los siguientes contenidos:

- Fundamentos de espectroscopia
- Espectroscopia de absorción uv-vis. Dicroísmo circular
- Espectroscopia de emisión. FRET
- Calorimetría
- Espectrometría de masas
- Resonancia de plasmón de superficie (SPR)
- Equipamiento para tareas específicas

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas	16	100
Resolución de problemas y casos prácticos	14	100
Taller y debate	2	100
Presentación de Seminarios	8	100

Metodologías Docentes

Clases magistrales. Presenta los conocimientos teóricos básicos de la asignatura, que versarán sobre la aplicación en biotecnología de diversas metodologías instrumentales. Se utilizarán proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones y vídeos y navegación off-line, así como metodologías semi-presenciales.

Clases de resolución de problemas y casos prácticos. Se intercalarán con las magistrales. Se repartirán los problemas a través de las plataformas de enseñanza semi-presencial y después de la presentación teórica, se resolverán por los alumnos y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra. Se instruirá al alumno en cómo debe diseñar los experimentos, presentar los datos, los resultados y organizar la discusión de los mismos mediante la propuesta de casos teórico-prácticos. Requiere de un trabajo en equipo e individual por parte del alumno, así como de búsqueda y discusión de información, y resolución de problemas concretos.

Preparación y exposición de un seminario. Los alumnos de forma individual recopilarán información sobre un tema concreto, ayudados por el profesor. El análisis de la información deberá conducir a la elaboración de una memoria y una presentación estructuradas en Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, y Bibliografía. El profesor supervisará el trabajo individual de los alumnos mediante la programación de sesiones de tutorías. Finalmente, los trabajos son expuestos y debatidos en clase.

Workshop sobre el desarrollo de equipamiento en biotecnología impartido por un experto de la empresa.

Realización de una prueba objetiva. Al finalizar la asignatura, los alumnos realizarán una prueba objetiva para evaluar la adquisición de conceptos básicos, procedimientos y otros conocimientos.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Prueba escrita	60	60
Seminarios	30	30
Resolución de casos	10	10

Observaciones

--

Asignatura		Métodos experimentales en Biotecnología celular y de organismo (Cell and Organism Biotechnology: experimental methodology)	
Créditos ECTS	4	Carácter	Optativo
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiere			
<p>Básicas y Generales</p> <p>01 - Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información</p> <p>02 - Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad</p> <p>03 - Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia</p> <p>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.</p> <p>05 - Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas</p> <p>06 - Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.</p> <p>07 - Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.</p> <p>08 - Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales.</p> <p>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.</p> <p>Transversales</p> <p>01 - Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles para la resolución de un problema o el desarrollo de un proyecto</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>04 - Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.).</p> <p>05 - Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación.</p> <p>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.</p> <p>07 - Desarrollar aplicaciones tecnológicas de los procesos bioquímicos y transferir soluciones a la industria en el sector alimentario, químico, cosmético, farmacéutico y sanitario</p> <p>Específicas</p> <p>37 - Seleccionar el microorganismo, modelo celular o el organismo pluricelular más adecuado para cada tipo de proyecto o experimento.</p> <p>38- 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 el campo de la bioquímica y de la biología molecular.</p> <p>39- Aplicar la legislación vigente en cuanto a la seguridad y riesgos laborales relativa a la utilización de microorganismos, cultivos celulares y organismos vivos en general, así como la normativa relativa al bienestar animal y eutanasia. Conocer la legislación básica sobre organismos modificados genéticamente.</p> <p>40- Utilizar las técnicas más comunes de análisis celular: microscopía, citometría, espectrofotometría.</p> <p>41- Utilizar diversas técnicas para evaluar los efectos de distintos tratamientos desde microorganismos a animales: viabilidad, toxicidad, eficacia.</p> <p>42- Aplicar las principales técnicas de manipulación genética desde microorganismos hasta animales.</p>			
Resultados de aprendizaje			
<p>Conocer el manejo de técnicas avanzadas para la utilización de modelos celulares y modelos animales en Biotecnología, así como la legislación básica que la regula.</p> <p>Ser capaz de ejecutar-experimentos avanzados con células y organismos modelo relacionados con la utilización de moléculas bioactivas, principalmente con fines terapéuticos. Se impartirán clases magistrales, clases prácticas y seminarios con los siguientes contenidos:</p>			
Contenidos			

<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas básicas de cultivo celular. Cultivo de células adherentes y células en suspensión • Cultivo celular en tres dimensiones. Cuerpos embrioides, neuroesferas, agregados celulares • Cultivo celular mediante perfusión continua. Chips de microfluídica: diseño y utilidades • Administración de fármacos. Funcionalización de nanopartículas. Vectorización de fármacos • Ensayos de toxicidad en microorganismos, células y animales. Dosis-respuesta. Eficacia • Ensayos de viabilidad y muerte celular. Apoptosis, necrosis, senescencia • Determinación de parámetros metabólicos: fotosíntesis y respiración celular • Espectrofotometría avanzada en célula viva • Microscopía óptica multidimensional • Valoración funcional en animales. Técnicas avanzadas de fluorescencia y luminiscencia en animales • Transgénesis • Tecnología de RNA antisentido • Fases de los ensayos clínicos. Ensayos en células, animales y humanos 		
ACTIVIDADES FORMATIVAS		
Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales	20	100
Clases prácticas de laboratorio	5	100
Seminarios y debates	10	100
Talleres y debates a través del anillo digital docente	5	0
Metodologías Docentes		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Clases magistrales 2. Seminarios impartidos por los alumnos y trabajos individuales 3. Prácticas de laboratorio 4. Estudio de caso concretos y cumplimentación de tests y formularios a través del anillo digital docente 5. Visitas a laboratorios de investigación y animalario 6. Workshops y debates. 		
SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Prueba escrita	50	50
Clases prácticas de laboratorio	30	30
Seminarios impartidos por el alumno	10	10
Talleres y debates a través del anillo digital docente	10	10
Observaciones		
En la medida en que lo permitan las disponibilidades presupuestarias y de equipos, se intentará siempre una toma de contacto directa del alumno con todas las técnicas, instrumentos, aparatos e instalaciones sobre las que reciban información teórica en clases presenciales y a través del anillo digital docente.		

Asignatura		Métodos en bioestadística y bioinformática (Biostatistics and Bioinformatics Methods)	
Créditos ECTS	4	Carácter	Optativo
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiriere			
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.			
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			
43 – Aprender a realizar un muestreo experimental, y a dar una estimación de los errores			
44 - Conocer las distribuciones de probabilidad más relevantes en el tratamiento de datos			
45 - Conocer los principales estimadores estadístico, y los tests estadísticos, para el análisis de datos			
46 - Saber hacer regresiones lineales			
47 - Conocer los instrumentos de la estadística bayesiana para la interpretación de datos			
48 – Lograr los conocimientos básicos de programación para realizar un análisis de datos			
49 – Conocer las técnicas principales de minería de datos, análisis de secuencias, análisis filogenético			
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			
<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a los métodos estadísticos • Teoría de errores • Distribuciones de probabilidad de una variable • Distribuciones de probabilidad de varias variables • Estadística Bayesiana • Procesos de Markov • Programación en bioinformática y biocomputación • Análisis de secuencias de proteínas y de ácidos nucleicos • Análisis filogenético • Análisis de imagen 			
ACTIVIDADES FORMATIVAS			

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales	16	100
Problemas y casos prácticos	4	100
Talleres prácticos con ordenador	20	100
Metodologías Docentes		
1. Clases magistrales 2. Problemas y casos prácticos 3. Talleres en el aula de informática, sobre los casos prácticos propuestos		
SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Evaluación continua. Resolución de casos	50	100
Prueba escrita	50	100
Observaciones		

Asignatura	Modelización biológica (Biological modelling)
-------------------	------------------------------------------------------

Créditos ECTS	4	Carácter	Optativo
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiere			
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.			
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			
50 – 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.			
51 - Saber formular el modelo teórico apropiado para la descripción de los resultados experimentales disponibles.			
52 – Saber las bases teóricas de los paquetes principales de simulación			
53 – Utilizar las técnicas de simulación y los métodos de aproximación más importantes			
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			

- Introducción a la mecánica estadística: ensemble microcanónico y canónico.
- Observables experimentales y promedios termodinámicos.
- Cambios conformacionales. Ejemplos biológicos: Unión, plegamiento de proteínas,...
- Sistemas dinámicos en Biología: de Newton a Fokker-Plank. Fórmula de Kramers.
- Dinámica Difusiva y Activada: ¿Cuál se adapta a mi experimento?
- Procesos de Markov. Cinética química. Farmacocinética. Ejemplos de reacciones enzimáticas, metabólicas, etc.
- Biopolímeros como polímeros: los modelos clásicos y sus aplicaciones (SAXs, interacciones multidominio)
- Modelos atómicos y de grano grueso en biología estructural: modelos de proteínas, ADN, ARN.
- Técnicas de simulación. Elección de observables. Análisis de los resultados de la simulación.
- Métodos aproximados para el cálculo de observables termodinámicas. Graphical models.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales	16	100
Problemas y casos prácticos	4	100
Talleres prácticos con ordenador	20	100

Metodologías Docentes

1. Clases magistrales
2. Problemas y casos prácticos.
3. Talleres en el aula de informática

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Evaluación continua. Resolución de casos	45	85
Prueba escrita	45	85
Seminarios	10	15

Observaciones

--

Asignatura		La pequeña y mediana empresa biotecnológica: características, y gestión (The SME-Biotech: characteristics, creation and management)	
Créditos ECTS	4	Carácter	Optativo
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiere			
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.			
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			
54 – Dirigir, gestionar y administrar empresas y organizaciones.			
55 – 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.			
56 – Valorar la situación y la evolución previsible de empresas y organizaciones (PYME), tomar decisiones y extraer el conocimiento relevante.			
57 – Elaborar y redactar proyectos de gestión global de empresas y organizaciones de carácter PYME.			
58 – Emitir informes de asesoramiento sobre situaciones concretas de mercados, sectores, organizaciones, empresas y sus áreas funcionales de carácter PYME.			
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.			
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.

- Introducción a la empresa biotecnológica
- El papel de la PYME en la actividad económica
- Análisis estratégico de la empresa
- La elaboración de un proyecto empresarial
- Aspectos legales de la empresa
- Fuentes de financiación
- Casos de éxito

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales		100
Clases prácticas		100
Seminarios		100

Metodologías Docentes

1. Clases magistrales
2. Problemas y casos prácticos
3. Seminarios y trabajos individuales
4. Workshops y debates.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Resolución de casos prácticos	25	25
Trabajos y Seminarios	50	50
Prueba escrita	25	25

Observaciones

Los casos prácticos trabajos y seminarios propuestos contemplarán la elaboración de model canvas y la elaboración de plan de negocio

Asignatura		Regulación y control de calidad (Regulation and Quality Control Issues)	
Créditos ECTS	4	Carácter	Optativo
Lenguas de impartición			
Inglés			
Competencias que el estudiante adquiriere			
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.			
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			
59 - Analizar y resolver problemas experimentales en un laboratorio de investigación bioquímica o biotecnológica en el contexto de la calidad.			
60 - Conocer la actividad de organismos y las normativas relacionadas con los procesos de calidad de los laboratorios bioquímicos y con la transferencia de soluciones a la industria.			
61 - Emplear datos para la toma de decisiones en la experimentación Biotecnológica.			
62 - Valorar la relevancia de los avances en el campo de la normativa en Biología Molecular, Biología Celular y Biotecnología.			
Resultados de aprendizaje			
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los aspectos relacionados con el control de calidad y de regulación que rodean la experimentación y la investigación bioquímica con una aplicación directa en la industria biotecnológica. • Conocer la actividad de organismos nacionales y extranjeros implicados en las normativas de calidad, así como en invenciones y patentes, entre otros. • Familiarizarse con la búsqueda y la discusión de información: resolución de problemas concretos. 			
Contenidos			

- Definición de CC. Objetivos. Importancia en una organización. Historia. Líderes en CC.
- El CC según los países. Sistema Integral de CC. ISO y Normalización. CC en Biotecnología.
- Panorámica de aplicación de CC en Biotecnología. Bioética.
- Organismos: FDA, AEMPS, CBER, OMS.
- Conceptos: Invención, know-how, patentes, otras. Patentes nacionales y Europeas. Organismos: EPO, OEPM
- Introducción a OMG. Introducción a su legislación y normativa (OMS, FDA, otros).
- Definición de Ensayo Clínico. Tipos y Fases.
- Productos Biológicos y regulación.
- Definición y elaboración de un PNT (trabajo conjunto en clase a partir de un caso concreto: recepción de un anticuerpo monoclonal que ha de conservarse alicuotado a -20°C)
- Validación. Definiciones. Razones para validar. Artífices de la validación. ISO 17025. ISO 15189. BPLs. NCFs. ISO 9001.
- Parámetros de la Validación.Exactitud. Precisión. Linealidad. Rango. Límites. Selectividad. Especificidad y Robusted. Recuperación. Repetibilidad.Reproducibilidad. Revalidación.
- Diseño de la validación. Validación. Etapas de una validación. Protocolo. Informe. Certificado. Grados. Buenas Prácticas de Laboratorio.
- Validación ELISA (Experiencia propia del laboratorio)

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas	15	100
Casos prácticos y ejercicios “on line”	10	100
Seminarios	10	100
Talleres y debates (con diferentes expertos de Organismos Públicos y Empresas)	5	100

Metodologías Docentes

Clases teóricas. Proporcionarán los conocimientos teóricos de la asignatura. Se utilizará la Pizarra y proyecciones de pantalla de ordenador (PowerPoint), incluyendo pequeñas animaciones y vídeos y navegación off-line. Resolución de problemas y casos prácticos (PNT, en clase, on-line*). El profesor repartirá los casos prácticos-problemas con antelación y después de un periodo de reflexión, se resolverán y discutirán en clase. Se utilizará sobre todo la pizarra y ADD.

Seminarios. Tiempo de exposición y defensa (10-15minutos). Se fomenta el trabajo en equipo (2-3 estudiantes). Se instruirá a los estudiantes en la búsqueda de información relevante en Internet, el uso de las bases de datos y de aplicaciones en Red. Asimismo se estimulara el aprendizaje por parte de los estudiantes de este tipo de tecnologías para la presentación de la información a un público especializado y al público en general. Saber comunicar conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

La resolución de estos ejercicios on-line constituye un trabajo individual del estudiante. Los estudiantes deberan entregar un informe al final de cada sesión siguiendo las pautas y el formato de presentación que se marcará al principio de cada sesión. Las calificaciones y los propios ejercicios corregidos se pondrán a disposición de los estudiantes al principio de la sesión siguiente para su revisión. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje

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.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Resolución de problemas prácticos.	25	25
Seminarios	45	45
Prueba escrita	45	45

Observaciones

--

Módulo		EXPECIALIZACIÓN		
Asignaturas		ECTS	Anual/Semestral	Curso/semestre
Trabajo Fin de Master (Master Project)		30	Anual	1/1 y 2
Asignatura		Trabajo Fin de Master		
Créditos ECTS	30	Carácter	Obligatorio	
Lenguas de impartición				
Inglés				
Competencias que el estudiante adquiere				
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.				
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				
25-Plantear y realizar los experimentos que conducen a resolver un problema de investigación científica o tecnológica valorando sus plazos y su rentabilidad				
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				
27-Valorar y discutir los datos obtenidos con expertos en el área de la Biotecnología				
28-Expresar de forma escrita y oral los resultados de un trabajo de investigación con la terminología de la Biotecnología Cuantitativa.				
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 del BIFI, realizando el trabajo en alguno de los grupos de investigación de los profesores del BIFI 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).

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Trabajo individual del alumno: revisión bibliográfica, realización de ensayos, preparación de una memoria escrita.	750	70
Presentación y defensa ante un tribunal	1	100

Metodologías Docentes

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.

os obtenidos, en el que se discutirán todos los aspectos científicos relevantes para el trabajo desarrollado.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Presentación de una memoria que recoja el trabajo realizado, donde se valorará la calidad científica del trabajo, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y su interpretación, así como su presentación según los estándares científicos.	40	40
Defensa pública del mismo ante un tribunal formado por tres profesores del máster. Se valorará la calidad científica del trabajo, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y su interpretación, así como su defensa ante el tribunal.	40	40
Trabajo práctico. El tutor evaluará el aprovechamiento del estudiante en el trabajo práctico que ha realizado.	20	20

Observaciones

--

6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1 PROFESORADO Y OTROS RECURSOS HUMANOS				
Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad de Zaragoza	Catedrático de Universidad	25	100	6
Universidad de Zaragoza	Profesor Titular de Universidad	21	100	6
Universidad de Zaragoza	Profesor Contratado Doctor	21	100	6
Universidad de Zaragoza	Otro Personal Funcionario (Investigadores CSIC)	8	100	30
Universidad de Zaragoza	Otro Personal Docente con Contrato Laboral (Investigadores ARAID, IACS)	21	100	30
Universidad de Zaragoza	Profesor Asociado (tiempo parcial 6 horas)	4	0	8
PERSONAL ACADÉMICO				
Ver Apartado 6: Anexo 1.				
6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS				
Ver Apartado 6: Anexo 2.				

Principio de ANEXOS al apartado 6

6.1 Profesorado y otros recursos humanos necesarios.

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 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

Contamos con un profesorado formado por de 23 doctores, a tiempo completo, de los cuales 16 pertenecen a la plantilla del profesorado de la Universidad de Zaragoza, y 7 son investigadores de otras entidades (Fundación “Aragón I+D” (ARAID), CSIC, Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS)), 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: 14

Departamento de Física Teórica 6

Departamento de Física de la Materia Condensada: 1

Departamento de Dirección y Organización de Empresas (2)

Además, contamos con un profesor asociado, a tiempo parcial (6h) afiliado al Departamento de Dirección y organización de Empresas.

El detalle del personal disponible se desglosa en la tabla siguiente:

Categoría	Total (%)	Doctores %	Horas %
Catedrático de Universidad	6 (25)	100	6
Profesor Titular de Universidad	5 (21)	100	6

Profesor Contratado Doctor (con perfil Investigador)	4 (17)	100	18
Profesor Contratado Doctor (con perfil Docente)	1 (4)	100	6
Investigadores CSIC	2 (8)	100	30
Investigadores ARAID	4 (17)	100	30
Investigadores IACS	1 (4)	100	30
Profesor Asociado (tiempo parcial 6 horas)	1 (4)	0	30

La última columna se refiere a la fracción de carga docente de cada categoría dedicada al Máster, y los valores corresponden a una carga docente de 14-18 horas de clase frontal por profesor. La distinción de los Contratados Doctores en “Investigadores” y “Docentes” se debe a su diferente carga docente (80 y 240 horas, respectivamente). Es preciso aclarar que, para los Investigadores de otras entidades la dedicación es puramente indicativa, ya que no tienen una dedicación docente establecida por categoría. A fines del cálculo, aquí se les ha atribuido, arbitrariamente, un cupo de dedicación docente de 60 horas en total, de las que el 30% serían para este Máster.

Experiencia docente:

El 43% del profesorado tiene más de 20 años de experiencia docente, el 33% tiene entre 10 y 20 años de experiencia, y el 24% tiene menos de 10 años de experiencia.

Experiencia investigadora:

El 8% del profesorado tiene reconocidos 5 sexenios de investigación, el 30% tiene 4 sexenios, el 25% tiene 3 sexenios, otro 21% tiene 2 sexenios, y un 12% del profesorado tiene 1 sexenio de investigación.

Los miembros del BIFI pertenecen a diversos grupos de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón:

Tipología reconocida	Área	Ref	Nombre del Grupo
Consolidado	Exp. y Mat	E24/3	Biocomputación y Física de Sistemas Complejos
Consolidado	Biomédicas	B89	Protein Targets
Consolidado	Biomédicas	B18	Biología Estructural
Consolidado	Exp. y Mat	E19	Física Estadística y No Lineal
Consolidado	Exp. y Mat	E24/1	Física Matemática y Teoría de Campos
Consolidado	Biomédicas	B01	Patología Digestiva
Consolidado	Exp. y Mat	E24/2	Grupo Teórico de Altas Energías
Consolidado	Exp. y Mat	E07	Catálisis Homogénea por Compuestos Organometálicos
Consolidado	Ag. y Vet	A52	Bioflora
Consolidado	Exp. y Mat	E22	Modelos Estocásticos

Estos grupos han participado y participan en diversos proyectos de investigación financiados por la Comunidad Europea y por Instituciones Nacionales y Autonómicas, por un total de 15 proyectos europeos, 30 proyectos nacionales 25 proyectos autonómicos en los últimos 10 años.

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 impresa 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 area 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

- Plegamiento de proteínas y diseño molecular
- Mecanismo de acción y biotecnología de flavoenzimas
- Regulación genética y fisiología de cianobacterias
- Células madres y apoptosis
- Microcistinas y tecnologías relacionadas
- Liberación de fármacos

Biofísica

- Interacciones de biomoléculas Biomolecular interactions
- Glycosyltransferasas e hidrolasas involucradas en enfermedades humanas
- Modelado físico de biomoléculas
- Dinámica Molecular y estructura electrónica.

Física

- Vidrios de Espines
- Sistemas complejos y redes complejas
- Modelos no-lineales y complejidad

Computación

- Computación de alta capacidad
- Computación voluntaria y ciencia ciudadana
- Ordenadores dedicados

Emprendimiento

- Dirección estratégica
- dinámica competitiva
- comportamiento empresarial
- emprendimiento

La impartición del Máster conlleva una carga docente de 420 (42 créditos x 10 horas/crédito) horas de dedicación del profesorado en las asignaturas obligatorias y optativas, más 600 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 estudiantes). Si bien aproximadamente un 75% de esta docencia puede ser absorbida por los investigadores del BIFI que no imparten docencia o que en la actualidad pueden tener una carga inferior a las horas reglamentarias correspondientes a su vinculación contractual, sería necesario contar con la incorporación de nuevo profesorado del área de Bioquímica y Biología Molecular. Por ello, se requiere un profesor ayudante doctor para impartir 240 horas (60 horas de docencia presencial, más seguimiento de los trabajos de máster).

6.1.3 Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

MECANISMOS DE QUE SE DISPONE PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES Y LA NO DISCRIMINACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

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 cumplimiento 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.

6.2 Otros recursos humanos disponibles

- PAS de la UZ

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, el BIFI cuenta en la actualidad con el PAS necesario, salvo en picos puntuales y previsibles de muy alta actividad.

Para las labores de organización, matrícula y Secretaría se cuenta con la Jefa de Negociado del BIFI y con una Técnica Superior de Administración contratada.

Para las labores de organización de los laboratorios y clústeres de ordenadores y para asistencia a los profesores se cuenta con una Técnica especialista contratada con experiencia en gestión de laboratorios de Bioquímica, Biología Molecular, Biología Celular y Biofísica y un Técnico Superior contratado con experiencia en gestión de grandes instalaciones de cálculo (clústeres de ordenadores).

6.2.1 Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

Ver el apartado 6.1.3 anterior. (Anexo 6.1)

Fin de ANEXOS al apartado 6

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

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 el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos garantizan plénamente las actividades de aprendizaje del Máster en Biotecnología Cuantitativa. Entre estas instalaciones cabe destacar:

Aulas

El Máster en Biotecnología Cuantitativa se impartirá en un aula propia dotada con 25 ordenadores personales donde se impartirán las clases teóricas y las prácticas computacionales. También, en el Edificio I+D 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, en el Edificio I+D se dispone de una sala 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: calorímetro diferencial de barrido, calorímetros de titulación isotérmica, resonancia de plasmones superficiales.
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: FPLC (intercambio iónico, afinidad y exclusión molecular), 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
11. Cámaras frías: 5 y -20 °C.
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 1.000 euros por alumno para complementar aspectos específicos de la formación práctica experimental. Así mismo se estima en unos 1.000 euros anuales el coste total del programa de charlas de expertos.

Principio de ANEXOS al apartado 7

Criterios de accesibilidad universal y diseño para todos

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 tele-enseñanza.

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 (donde se localiza el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos), 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.

Se velará por la calidad de los recursos materiales y servicios disponibles a los alumnos del mismo, realizando una evaluación específica interna de estos aspectos con carácter anual. La comisión de garantía y calidad del máster será responsable de detectar las deficiencias en los materiales o servicios de la universidad que afecten al máster a través de las encuestas o mediante el mecanismo de quejas y sugerencias. Esta comisión deberá informar a los órganos implicados y podrá iniciar la tramitación de la solución de los problemas (presentación de partes, solicitud de financiación para reparaciones, etc.).

Fin de ANEXOS al apartado 7

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS		
TASA DE GRADUACIÓN %	TASA DE ABANDONO %	TASA DE EFICIENCIA %
94	3	99
CODIGO	TASA	VALOR %
No existen datos		
Justificación de los Indicadores Propuestos:		
<p>Ante la falta de datos previos, para este Master de nueva implantación, las estimaciones se basan sobre los resultados de dos Masters en disciplinas relacionadas, impartidos en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza: el “Master Universitario en Biología Molecular y Celular”, y el “Master Universitario en Física y Tecnologías Físicas”. Para el periodo 2009-2012, el primero ha totalizado una tasa de graduación del 95%, de abandono del 0%, y una tasa de eficiencia del 99%.</p> <p>Para el segundo, los datos han sido: una tasa de graduación del 92%, de abandono del 6% y de eficiencia del 99%. En virtud de estos datos, proponemos las estimaciones siguientes para los indicadores especificados.</p> <p>8.1.1 Tasa de Graduación: porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios o en un año académico más en relación a su cohorte de entrada.</p> <p>Tasa de graduación: 94%</p> <p>8.1.2 Tasa de abandono: relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron obtener el título el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el anterior.</p> <p>Tasa de abandono: 3%</p> <p>8.1.3 Tasa de eficiencia: relación porcentual entre el número total de créditos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de graduados de un determinado año académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.</p> <p>Tasa de eficiencia: 99%</p>		
8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROCESO Y LOS RESULTADOS		

Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje.

La Comisión de Garantía y Calidad del Máster (ver composición y funciones en el punto 9.1 de la presente memoria) será la encargada de evaluar anualmente, mediante un Informe de los Resultados de Aprendizaje, el progreso de los estudiantes en el logro de los resultados de aprendizaje previstos en el conjunto de la titulación y en los diferentes módulos que componen el plan de estudios. El Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje forma parte de la Memoria de Calidad del Título, elaborada por la citada Comisión de Garantía y Calidad del Título.

Este informe está basado en la observación de los resultados obtenidos por los estudiantes en sus evaluaciones en los diferentes módulos o materias. La distribución estadística de las calificaciones y las tasas de éxito y rendimiento académico en los diferentes módulos se analizan en relación a los objetivos y resultados de aprendizaje previstos en cada uno de ellos. Para que el análisis de estas tasas produzca resultados significativos es necesaria una validación previa de los objetivos, criterios y sistemas de evaluación que se siguen por parte del profesorado encargado de la docencia. Esta validación tiene como fin asegurar que, por un lado, los resultados de aprendizaje exigidos a los estudiantes son coherentes con respecto a los objetivos generales de la titulación y resultan adecuados a su nivel de exigencia; y, por otro lado, esta validación pretende asegurar que los sistemas y criterios de evaluación utilizados son adecuados para los resultados de aprendizaje que pretenden evaluar, y son suficientemente transparentes y fiables.

Por esta razón, el Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje se elaborará siguiendo tres procedimientos fundamentales que se suceden y se complementan entre sí:

1. Guías docentes. Aprobación, al inicio de cada curso académico, por parte del Coordinador de Titulación, primero, y la Comisión de Garantía y Calidad del Título, en segunda instancia, de la guía docente elaborada por el equipo de profesores responsable de la planificación e impartición de la docencia en cada bloque o módulo del Plan de Estudios. Esta aprobación validará, expresamente, los resultados de aprendizaje previstos en dicha guía como objetivos para cada módulo, así como los indicadores que acreditan su adquisición a los niveles adecuados. Igualmente, la aprobación validará expresamente los criterios y procedimientos de evaluación previstos en este documento, a fin de 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.

2. Datos de resultados. Cálculo de la distribución estadística de las calificaciones y las tasas de éxito y rendimiento académico obtenidas por los estudiantes para los diferentes módulos, en sus distintas materias y actividades.

3. Análisis de resultados y conclusiones. Elaboración del Informe Anual de Resultados de Aprendizaje. Este informe realiza una exposición y evaluación de los resultados obtenidos por los estudiantes en el curso académico. Se elabora a partir del análisis de los datos del punto anterior y de los resultados del Cuestionario de la Calidad de la Experiencia de los Estudiantes, así como de la consideración de la información y evidencias adicionales solicitadas sobre el desarrollo efectivo de la docencia ese año y de las entrevistas que se consideren oportunas con los equipos de profesorado y los representantes de los estudiantes.

El Informe Anual de Resultados de Aprendizaje deberá incorporar:

- a) Una tabla con las estadísticas de calificaciones, las tasas de éxito y las tasas de rendimiento para los diferentes módulos en sus distintas materias y actividades.
- b) Una evaluación cualitativa de esas calificaciones y tasas de éxito y rendimiento que analice los siguientes aspectos:
 - La evolución global en relación a los resultados obtenidos en años anteriores
 - Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren excesivamente bajos, analizando las causas y posibles soluciones de esta situación y teniendo en cuenta que estas causas pueden ser muy diversas, desde unos resultados de aprendizaje o niveles excesivamente altos fijados como objetivo, hasta una planificación o desarrollo inadecuados de las actividades de aprendizaje, pasando por carencias en los recursos disponibles o una organización académica ineficiente.
 - Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren óptimos, analizando las razones estimadas de su éxito. En este apartado y cuando los resultados se consideren de especial relevancia, se especificarán los nombres de los profesores responsables de estas actividades, materias o módulos para su posible Mención de Calidad Docente para ese año, justificándola por los excepcionales resultados de aprendizaje (tasas de éxito y rendimiento) y en la especial calidad de la planificación y desempeño docentes que, a juicio de la Comisión, explican esos resultados.
- c) Conclusiones
- d) Un anexo con el documento de aprobación formal de las guías docentes de los módulos, acompañado de la documentación pertinente. Se incluirá también la acreditación, por parte del coordinador de Titulación del cumplimiento efectivo durante el curso académico de lo contenido en dichas guías.

Este Informe deberá entregarse antes del 15 de octubre de cada año a la dirección o decanato del Centro y a la Comisión de Garantía de Calidad de la Universidad de Zaragoza para su consideración a los efectos oportunos.

Documentos y procedimientos:

- Guía para la elaboración y aprobación de las guías docentes (Documento C8- DOC2)
- Procedimientos de revisión del cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de los estudiantes (Documentos C8-DOC1)

La información requerida se encuentra en: <http://www.unizar.es/innovacion/calidad/procedimientos.html>

9.1 RESPONSABLES DEL SISTEMA DE GARANTÍA DE LA CALIDAD DEL PLAN DE ESTUDIOS

Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación: Es la instancia que tiene como objeto realizar la evaluación de la calidad de la titulación y, en particular, la elaboración del Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje para su consideración por el Coordinador(a) y por la Comisión de Garantía de la Calidad a efectos de la elaboración y aprobación de los Planes de Innovación y Mejora correspondientes. Esta comisión será presidida por el Coordinador del Máster en Biotecnología Cuantitativa. Además del presidente, serán miembros de dicha Comisión dos profesores del máster elegidos anualmente por y entre los profesores que imparten docencia en el mismo, un experto externo nombrado por la Comisión de garantía del Máster entre profesionales de prestigio, un especialista en materia de calidad o innovación docente que no imparta docencia en la titulación y nombrado por el rector, y dos representantes de los estudiantes.

El agente fundamental del aseguramiento interno y proceso de mejora continua de la calidad del Máster en Biotecnología Cuantitativa es el Coordinador del mismo, nombrado por el Rector. El marco normativo de actuación y mandato del Coordinador de Titulación queda recogido en la “Normativa de la Universidad de Zaragoza para el funcionamiento de las titulaciones de master y doctorado”. El Coordinador del Máster es el impulsor de los procedimientos de autorregulación de la calidad internos del propio máster, así como de las iniciativas de mejora e innovación docente y realiza su trabajo directamente con los equipos docentes formados por los profesores responsables de la docencia y con los representantes de los estudiantes. Es responsable de aprobar, en primera instancia, los proyectos docentes de los módulos y materias, expresados en sus guías docentes y de elaborar el Plan de Innovación y Calidad anual del máster, así como de su puesta en marcha y seguimiento. El Coordinador es igualmente responsable de que, anualmente, a través de cuestionarios a los estudiantes, se cumplimente el Cuestionario de la Calidad de la Experiencia de los Estudiantes en el máster.

Se constituye una Comisión de Garantía de Calidad del Máster, como órgano fundamental de garantía de la calidad de la titulación.

La Comisión de Garantía de Calidad de la titulación toma decisiones académicas sobre el diseño y aplicación del proyecto del título y de control de la actuación de su Coordinador. Regula expresamente el proceso de introducción de modificaciones en el Proyecto de Titulación del Máster, proceso en el que la Comisión de Garantía de Calidad tiene un papel muy relevante, pero en el que intervienen también otros órganos universitarios.

Esta Comisión informa el nombramiento del Coordinador del Master, supervisa y acredita su actuación analizando su memoria de actuaciones y los documentos del Informe de Resultados de Aprendizaje en el Master y el Plan Anual de Innovación y Calidad, atiende las sugerencias y reclamaciones que puedan surgir sobre la actuación del Coordinador y la Comisión de Calidad del Máster que preside y decide sobre el eventual cese del Coordinador y los miembros de la Comisión de Calidad en caso de evaluar negativamente su actuación.

9.2 PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y MEJORA DE LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA Y EL PROFESORADO.

El principio fundamental de aseguramiento y mejora de la calidad es el de la autoevaluación y autorregulación por parte del propio grupo de profesores responsables de la docencia en el máster bajo la coordinación y directrices emanadas del Coordinador del Máster y la Comisión de Calidad del Máster. Esta autorregulación se referencia y contrasta con una serie de datos, informes y evaluaciones externas.

Mecanismos de la coordinación y autorregulación internas. Para lograr un nivel apropiado de efectividad en este proceso, el profesorado que imparte docencia en el master se organizará en un número razonable de equipos docentes, preferiblemente siguiendo la propia estructura en módulos del plan de estudios. Cada uno de estos equipos docentes son responsables de preparar el proyecto docente para el conjunto de materias y actividades que constituyen un módulo o bloque del Plan de Estudios. Este proyecto docente del módulo o bloque, plasmado en una guía docente para el estudiante, deberá ser aprobado anualmente por la Comisión de Garantía de Calidad del máster. Estos proyectos y su desarrollo en la práctica serán objeto de análisis, evaluación e innovación permanente impulsado por los propios equipos, en conjunción con el Coordinador

del Máster.

Adicionalmente, el Coordinador del Máster podrá tomar la iniciativa de poner en marcha cuantos sistemas de evaluación y análisis considere adecuados en cada momento, por medio de procedimientos basados en la autoevaluación, la evaluación proporcionada por los estudiantes del master, egresados o evaluadores externos. Dichos sistemas y procedimientos deberán ser especificados en el Plan de Innovación y Calidad anual.

Comisión de Evaluación de la Calidad. Evaluación de la calidad de la titulación y elaboración del Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje.

El informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje es el documento elaborado por la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación, en el que se analiza y evalúa la calidad de la titulación en sus diferentes aspectos y niveles. Este Informe tiene por objeto evaluar la adecuación de la planificación y desarrollo de la docencia a los objetivos y planteamientos contenidos en el Proyecto de Titulación, analizar los resultados de la titulación expresados en todos sus indicadores, valorar la coordinación entre asignaturas y módulos y considerar la calidad general de las actividades de aprendizaje y los procedimientos de evaluación que se siguen en el desarrollo de la titulación. No tiene por objeto la evaluación del desempeño personal de los individuos implicados en la titulación, por lo que, en ningún caso, se hará referencia en el mismo a nombres ni personas concretas. El objeto de este procedimiento es el análisis y evaluación de la calidad de la titulación en cualquiera de sus aspectos. La evaluación de la calidad de las titulaciones es un procedimiento completamente separado del procedimiento de evaluación personal del profesorado y ninguna de las valoraciones que se realicen en su aplicación podrá tener repercusión alguna sobre las condiciones laborales o académicas del profesorado implicado en la titulación. Este procedimiento se basa en la información generada por otros procedimientos, especialmente, el “Procedimiento de evaluación de la satisfacción y de la calidad de la experiencia de los estudiantes en la titulación”, “Procedimiento de evaluación de la satisfacción de los colectivos PDI y PAS implicados en la titulación”, “Procedimiento de seguimiento de la inserción laboral de los titulados” y el “Procedimiento de sugerencias, quejas y alegaciones para la mejora del título”.

Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje del Máster en Biotecnología Cuantitativa. Este informe recogerá el Cuestionario de la Calidad de la Experiencia de los Estudiantes en el Máster, el Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje y la Evaluación y Recomendaciones para la Calidad.

- El Cuestionario de la Calidad de la Experiencia de los Estudiantes en el Máster es una encuesta general sobre la experiencia del estudiante en los diferentes módulos o bloques de los que se compone el Plan de Estudios, a la que se une la evaluación que los estudiantes hacen de cada uno de los profesores y materias (“Procedimiento de Evaluación de la Actividad Docente”). La Comisión de Garantía de Calidad es el órgano encargado de su impulso y correcta aplicación.

- El Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje recoge los datos de las calificaciones, el éxito y el rendimiento académico y realiza un análisis de la situación del Máster en cuanto a los resultados de aprendizaje que los estudiantes obtienen en cada uno de los módulos, bloques o materias del curso.

- La Evaluación y Diagnóstico General de la Calidad, realiza una evaluación global de la calidad del master, y realiza las recomendaciones que considere oportunas. Este documento recoge no sólo las conclusiones del Cuestionario de Calidad de la Experiencia de los Estudiantes en el Master y el Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje, sino los resultados de otros estudios y evaluaciones relativas a otras dimensiones del máster. De especial relevancia en este sentido son los estudios impulsados por órganos externos como el Consejo Social de la Universidad de Zaragoza y la Agencia de Calidad y Prospectiva Universitaria de Aragón (ACPUA), relativos a la adecuación de la formación que se está ofreciendo en el máster a las necesidades sociales y profesionales de los titulados. Los estudios realizados relativos a la empleabilidad, inserción laboral y la satisfacción general de los egresados con los estudios cursados serán herramientas de evaluación fundamentales en la elaboración de este apartado de la Memoria de Calidad. Igualmente, la Comisión de Garantía de Calidad evaluará la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad siguiendo los procedimientos establecidos al efecto y elaborará en este documento las conclusiones y recomendaciones que crea oportuno. La Comisión puede recoger también aquí otras conclusiones relativas a la adecuación de los sistemas de admisión, orientación y atención a los estudiantes, reclamaciones y sugerencias, coordinación con los niveles anteriores a la Universidad, servicios e instalaciones, y cuantos aspectos considere relevantes para el aseguramiento y la mejora de la calidad del máster.

Mecanismos y Procedimientos de Mejora del Plan de Estudios.

El Coordinador del Máster será el encargado fundamental de impulsar la mejora del Plan de Estudios y de otros aspectos del Máster a partir de las conclusiones presentadas en la Memoria de Calidad aprobada por la Comisión de Garantía de Calidad.

El Plan de Innovación y Calidad anual, elaborado anualmente por el Coordinador de Titulación es principal instrumento de planificación de las acciones de mejora. Este documento será presentado antes del 31 de octubre de cada año al director o decano del Centro responsable de los estudios y la Comisión de Garantía de Calidad del Máster, quienes deberán aprobarlo. Este Plan de de Innovación y Calidad contendrá, como mínimo, los siguientes apartados:

- Unos objetivos estratégicos de mejora y calidad a corto y largo plazo, elaborados a partir de las conclusiones de la Memoria de Calidad del Master, oídos los equipos de profesores que imparten docencia en la titulación.

- Un plan de de acciones de mejora e innovación, como consecuencia del análisis elaborado en la memoria del curso último y los objetivos de calidad y mejora expresados en el apartado anterior. Este plan puede contener igualmente cualquier tipo de propuesta de actividades de formación para el profesorado del Máster, respaldados y apoyados por la estructura organizativa y la experiencia en la materia del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza, como Centro que organiza anualmente los programas de formación inicial y continua del profesorado universitario.

9.3 PROCEDIMIENTOS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE LAS PRÁCTICAS EXTERNAS Y LOS PROGRAMAS DE MOVILIDAD.

Ver http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm

(secciones 5. Planificación de las enseñanzas y 9. Sistema de garantía de la calidad)

9.4 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE LA INSERCIÓN LABORAL DE LOS EGRESADOS Y DE LA SATISFACCIÓN CON LA FORMACIÓN RECIBIDA.

Ver http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm

(sección 9. Sistema de garantía de la calidad)

9.5 PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA SATISFACCIÓN DE LOS DISTINTOS COLECTIVOS IMPLICADOS (ESTUDIANTES, PERSONAL ACADÉMICO Y DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS ETC.) Y DE ATENCIÓN A LAS SUGERENCIAS O RECLAMACIONES.

Ver http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm

(sección 9. Sistema de garantía de la calidad)

9.5.1 Para los estudiantes

Ver específicamente el ANEXO 3 (C9-DOC5-ANX3) de la mencionada sección 9

9.5.2 Para el personal académico

Ver específicamente el ANEXO 1 (C9-DOC5-ANX1) de la mencionada sección 9

9.5.3 Para el personal de administración y servicios

Ver específicamente el ANEXO 2 (C9-DOC5-ANX2) de la mencionada sección 9

9.5.4 Procedimiento de atención a las sugerencias o reclamaciones

Ver específicamente el ANEXO 1 (C9-DOC7-ANX1) de la mencionada sección 9

9.6 CRITERIOS ESPECÍFICOS EN EL CASO DE EXTINCIÓN DEL TÍTULO

Los criterios específicos en el caso de extinción del título están especificados y recogidos en el Documento de la Universidad de Zaragoza: Criterios y Procedimiento de Extinción del Título (C9-DOC8), que se encuentra en la página web de la Unidad de Calidad y Racionalización de la Universidad de Zaragoza: http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN DE LA TITULACIÓN:

El máster se implantará en el curso académico 2015-2016

10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN, EN SU CASO, DE LOS ESTUDIANTES DE LOS ESTUDIOS EXISTENTES AL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS.

No procede

10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN POR LA IMPLANTACIÓN DEL CORRESPONDIENTE TÍTULO PROPUESTO.

No se extingue ninguna titulación.