Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea

Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea

Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón

Departamento de Química Inorgánica Universidad Zaragoza

Facultad de Ciencias Universidad Zaragoza

Departamento de Química Orgánica Universidad Zaragoza

Universidad Zaragoza

CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas

ÍNDICE

1. Descripción del título 1

2. Justificación 3

3. Competencias 12

4. Acceso y admisión de estudiantes 15

5. Planificación de las enseñanzas 19

6. Personal académico 69

7. Recursos materiales y servicios 77

8. Resultados previstos 82

9. Sistema de garantía de calidad 84

10. Calendario de implantación 90

1. Descripción del título

1.1 Datos Básicos

Denominación del Título

Denominación corta:
Química Molecular y Catálisis Homogénea
Denominación específica:
Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea por la Universidad de Zaragoza

Especialidades

No

Título Conjunto

No

Rama de conocimiento

Ciencias

Códigos ISCED (International Standard Classification of Education)

ISCED 1: Químicas
ISCED 2: Ciencias físicas, químicas, geológicas

Campo amplio: 05 Ciencias naturales, matemáticas y estadística
Campo específico: 053 Ciencias físicas
Campo detallado: 0531 Química

Habilita para el ejercicio de profesiones reguladas

No

Universidad solicitante

Universidad de Zaragoza

1.2 Distribución de Créditos en el Título

Tipo de materia	Créditos
Obligatorias	24
Optativas	12
Trabajo Fin de Máster	24
Créditos totales	60

1.3 Datos asociados al Centro

Centros en los que se imparte

Código: 50008848

Centro: Facultad de Ciencias (Zaragoza)

Tipo de Enseñanza

Presencial

Plazas de Nuevo Ingreso Ofertadas

En el primer año de implantación, curso 2014-2015, se ofertarán 25 plazas de nuevo ingreso. Este número es una estimación teniendo en cuenta la matrícula de alumnos en másteres del área de química de años anteriores y cursos recientes, considerando aquellos que continúan realizando el doctorado en los grupos de las áreas de Q. Orgánica e Inorgánica.

Número de créditos de matrícula por estudiante y período lectivo

De acuerdo con la normativa vigente en la Universidad de Zaragoza de matriculación y permanencia, el número de créditos de matrícula por estudiante y periodo lectivo son los siguientes:

Tiempo Completo		
	ECTS Matrícula Mínima	ECTS Matrícula Máxima
Primer año	60.0	60.0
Resto de años	42.0	60.0

Tiempo Parcial		
	ECTS Matrícula Mínima	ECTS Matrícula Máxima
Primer año	30.0	42.0
Resto de años	6.0	42.0

Normativa de permanencia:
http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf

Lengua(s) utilizada(s) a lo largo del proceso formativo

Español e inglés

2. Justificación

2.1 Justificación del Título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo

La química es la ciencia que más ha contribuido al bienestar y calidad de vida que disfrutamos. El esfuerzo de los químicos en su conjunto, científicos, investigadores, docentes, empresarios y trabajadores, ha permitido los avances logrados en áreas de vital importancia como son la salud, la alimentación, la higiene, el transporte, el vestido, la cultura o las nuevas tecnologías. El año 2011, conmemorando el centenario del Premio Nobel de Química a Marie-Curie, fue proclamado por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas como el Año Internacional de la Química y estableció como lema: "*Química, nuestra vida, nuestro futuro*" que conjuga y trasmite perfectamente la importancia de esta rama de la ciencia en la sociedad.

La industria Química es la encargada de la producción, transformación y desarrollo a gran escala de los compuestos químicos que contribuyen a proporcionar esa mayor calidad de vida a la sociedad. Durante décadas, estos procesos se han realizado sin tener en cuenta el carácter agotable de muchos de los recursos naturales y su repercusión en el medio ambiente. Ante estos hechos, la opinión pública y los organismos correspondientes promueven una legislación cada vez más exigente, que obliga a la industria química a innovar los procesos productivos. La combinación de estos factores sugiere que es vital cambiar la filosofía de trabajo, buscando que las actividades industriales sean menos contaminantes. El sector químico está comprometido con el desarrollo sostenible, y la solución a los problemas ambientales pasa necesariamente por la química. En este contexto, hay que destacar que, de todos los sectores industriales, el químico es el único sector que, de forma voluntaria, ha tomado una iniciativa de mejora continua en relación a la seguridad y la protección del medio ambiente en el desarrollo de sus actividades.

En la actualidad, la industria química es la que mayor valor añadido genera en Europa, zona que ostenta el liderazgo mundial, ya que seis de las diez primeras compañías químicas del mundo son europeas. Su contribución al PIB de la UE es prácticamente idéntica a la contribución de la agricultura (alrededor del 2,5% del PIB), siendo el sector que mayor porcentaje de sus beneficios invierte en I+D+i (la industria de la química fina invierte alrededor de un 5%, y las compañías farmacéuticas alrededor de un 22%). En particular, la industria química española, con más de 3.000 industrias (109 se localizan en Aragón), es responsable de 500.000 puestos de trabajo y la inversión en I+D+i que se hace en el sector Químico en España, supone el 24% de la inversión que se realiza en el sector industrial Español.[1]

El éxito de la industria química es en gran parte mérito del descubrimiento y el desarrollo de catalizadores. La catálisis es una de las claves de la sostenibilidad ya que permite métodos de producción más eficientes puesto que propicia la utilización de recursos naturales escasos de un modo mucho más eficiente, reduce la producción de residuos y permite la utilización eficaz de la energía. Se estima que en la producción del 85% de los productos

[1] http://www.feique.org/radiografia-economica-del-sector-quimico.html

industriales interviene al menos un proceso catalítico. El impacto económico de la Catálisis se refleja en los siguientes datos: i) el 80 % del valor añadido de la industria química está basado en la catálisis, ii) el 20 % de la economía mundial depende directa o indirectamente de la catálisis, y iii) la producción de catalizadores excede de 12.000 millones de € con aproximadamente 100 compañías.[2] Los sectores principales de ventas de catalizadores son el refino del crudo petrolífero, la producción de materias primas y el control de emisiones. Sin embargo, una parte cada vez más importante de la industria química está dedicada en la actualidad a la producción de compuestos de alto valor añadido, tales como principios activos o intermedios sintéticos de aplicación en las industrias farmacéuticas, de cosméticos, de aditivos alimentarios y perfumes (química fina) en los que la catálisis homogénea desempeña un papel fundamental.

Para afrontar el reto de la producción sostenible se requieren científicos con conocimientos avanzados a nivel molecular, con ideas creativas tanto en el diseño de catalizadores y nuevos compuestos, como en la búsqueda de mejores propiedades, y con capacidad para imaginar y elaborar nuevas estrategias de síntesis eficientes y sostenibles. La preparación y formación de esos científicos es el objetivo del Máster de Síntesis Molecular y Catálisis Homogénea que se apoya en el potencial del Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH) y en la experiencia docente e investigadora de sus miembros.

La Universidad de Zaragoza está colocada entre las 100 mejores del mundo y la primera de España en estudios de Química, según el ranking de la Universidad Jiao Tong de Shanghai.[3] A esa posición de privilegio han contribuido en gran medida los grupos de investigación que participan en este máster. La relevancia de la actividad de investigación en síntesis y catálisis de los institutos de investigación que tienen su sede en nuestra universidad constituye un elemento diferenciador con respecto a los másteres ofertados en otras universidades españolas enfocados a ampliar conocimientos sin llegar a profundizar en los aspectos metodológicos y experimentales. Además, una parte de la investigación que se realiza en el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA) es afín al área de estudio del ISQCH, por lo que este Máster da respuesta a las necesidades formativas de los estudiantes que vayan a continuar el doctorado en los grupos de investigación que se integran en ambos institutos.

Finalmente, la Universidad de Zaragoza está dotada de un alto valor estratégico nacional e internacional siendo punto de confluencia de universidades de comunidades contiguas como, por ejemplo, Madrid, Cataluña y País Vasco, o Toulouse. De hecho, en la actualidad, la universidad de Zaragoza junto con las universidades Pública de Navarra, La Rioja y Lleida han creado el Campus del Valle del Ebro, distinguido con la mención de Campus de Excelencia Internacional. Se prevé que el Máster sea especialmente atractivo para los estudiantes de estas Universidades. Además, aprovechando la experiencia anterior de los miembros del ISQCH en la gestión de este tipo de programas, se ha previsto establecer convenios con otras universidades españolas y extranjeras para el intercambio de estudiantes, para la realización del Trabajo de Fin de Máster.

[2] (a) Recognizing the Best in Innovation: Break-through Catalyst, R&D Magazine, September 2005, p 20. (b) Market Reports: World Catalyst Market, June, 2008; published by Acmite Market Intelligence. (c) D. Sanfilippo, Catalytic Industrial Processes, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK (http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C06/E6-190-03-00.pdf)

[3] http://www.shanghairanking.com/

Interés académico, científico y profesional

Los objetivos académicos del Máster persiguen la adquisición por el estudiante de una formación avanzada en Química Molecular y Catálisis. Este Máster está dirigido a formar investigadores en síntesis química y catálisis, transmitiéndoles los conocimientos más actuales en esos campos y facilitándoles el empleo de las técnicas y programas más avanzados para la caracterización estructural, el seguimiento de los procesos, la modelización teórica, y la búsqueda de información a través de las bases de datos y recursos bibliográficos existentes.

El objetivo del Máster es la formación en diseño molecular aplicado a la preparación de nuevos compuestos con propiedades específicas y al desarrollo de catalizadores para llevar a cabo transformaciones de un modo eficiente, limpio y selectivo. El Máster proporciona al estudiante la formación adecuada para: i) la aplicación de las metodologías sintéticas al diseño de rutas de síntesis adecuadas para la preparación de nuevos productos con la ayuda de métodos computacionales, ii) familiarizarse con la utilización de técnicas de caracterización estructural de compuestos moleculares en disolución y fases condensadas, iii) entender y aplicar los principios de la catálisis al diseño de productos químicos a escala de laboratorio observando las normas de sostenibilidad y el respeto ambiental.

Este Máster Universitario está dirigido a Licenciados y Graduados en Química, Bioquímica, Biotecnología, Biología, Farmacia e Ingenierías Química y Medioambiental, con interés en la investigación en síntesis química y catálisis. El objeto del Máster es transmitir los conocimientos más actuales en esos campos y facilitar el empleo de las técnicas de caracterización estructural más avanzadas con el objetivo global de formar investigadores altamente preparados.

Por otra parte, el Máster promueve la iniciación en la investigación en la frontera del conocimiento científico, en las áreas de Química Molecular y la Catálisis, mediante la realización del Trabajo de Fin de Máster en grupos de investigación de reconocido prestigio internacional. El desarrollo de un proyecto de investigación en un marco de alta calidad investigadora y multidisciplinar, proporciona un entorno inigualable para la creación, desarrollo y transmisión de conocimiento científico y tecnológico. Además, la utilización de instrumentación científica de última generación a través de las clases prácticas, y del Trabajo Fin de Máster, es un valor añadido de cara a su inserción posterior en el mundo laboral.

El Máster pretende facilitar la adquisición de conocimientos y destrezas que permitan su incorporación en distintos ámbitos en el marco la investigación (perfil investigador) o a una actividad profesional especializada (perfil profesional). Los contenidos y las competencias del Máster garantizan la adquisición de la formación especializada necesaria para acceder, entre otros, a los Programas de Doctorado de los Departamentos de Química Inorgánica y Química Orgánica. Además, proporciona una formación idónea para los futuros técnicos e investigadores de los centros de I+D+i públicos y de empresas químicas relacionadas con el sector de química fina, materiales y energía.

Objetivos

Los principales objetivos de la titulación de Máster Universitario en *Química Molecular y Catálisis Homogénea* a impartir en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza son:

- Proporcionar una formación avanzada, rigurosa y altamente especializada en el ámbito de la síntesis química, reactividad y propiedades de nuevas sustancias moleculares, y de la catálisis.
- Proporcionar una formación avanzada en las técnicas experimentales y de caracterización estructural en Química Molecular.
- Iniciar a los titulados en la investigación científica proporcionando el nivel de competencias y conocimientos necesarios para incorporarse a equipos de investigación o a departamentos de I+D en empresas de innovación tecnológica.
- Posibilitar el acceso a Programas de Doctorado para desarrollar líneas de investigación en Química, y en particular, las del Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea.

Entorno normativo

El Máster Universitario en *Química Molecular y Catálisis Homogénea* ha sido diseñado dentro del marco general legislativo definido en el:

- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales: http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf
- Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales: http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/03/pdfs/BOE-A-2010-10542.pdf
- Acuerdo de 14 de junio de 2011 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, en el que se indican los criterios y procedimientos para la reordenación de los títulos de Máster Universitario: http://www.unizar.es/sg/doc/6.2.masterescorr_000.pdf (BOUZ 13-12 de 28 de diciembre de 2012, http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ13-12.pdf)

La estructura de esta Memoria responde al contenido de la Guía de apoyo para la elaboración de la Memoria de solicitud de verificación de títulos oficiales de la ANECA: http://www.aneca.es/content/download/12155/136031/file/verifica_guia_v04_120116.pdf (V. 0.4).

De especial ayuda en la elaboración del plan de estudios en lo que respecta a la estructura y a las competencias que los estudiantes deben adquirir en el Máster han sido:

- "*Subject Benchmark Statements*" de la Agencia de calidad universitaria británica (QAA-Quality Assurance Agency for Higher Education): http://www.qaa.ac.uk/Publications/InformationAndGuidance/Pages/Subjectbenchmark-statement-Chemistry-2007.aspx
- "*Tuning educational structures in Europe*": http://www.unideusto.org/tuningeu/subject-areas/chemistry.html
- Libro Blanco del título de Grado en Química, accesible en: http://www.aneca.es/media/150416/libroblanco_jun05_quimica.pdf

- Memoria de verificación del título de Grado en Química por la Universidad de Zaragoza: http://wzar.unizar.es/servicios/planes/memgr/mgcie/qmica.pdf

Referentes nacionales e internacionales que avalan la propuesta

El plan de estudios del Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea que se recoge en esta Memoria, se ha elaborado teniendo en cuenta el plan de estudios de la Titulación de Grado en Química de la Universidad de Zaragoza, junto con el análisis de los planes de estudio de Másteres de universidades de reconocido prestigio, tanto nacionales como internacionales. A continuación se incluyen algunos Másteres con objetivos formativos y contenidos directamente relacionados con los de esta propuesta que han servido de referencia, estudio y discusión, en la elaboración de esta Memoria.

Química Inorgánica Molecular
http://web.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/en/1242650400756/1242653084584/estudio/detalle/University_Master_in_Inorganic_Molecular_Chemistry.htm
http://www2.uah.es/master_quim/master/

Máster de carácter interuniversitario en el que participan las universidades de Alcalá de Henares y la Autónoma de Madrid. El Máster pretende completar la formación específica de los titulados en Química en el área de la Química Inorgánica Molecular, con especial énfasis en las aplicaciones catalíticas, mediante un programa en el que el estudiante tome contacto con las metodologías de la investigación científica. Además, el alumno recibirá una formación en habilidades complementarias importantes de cara a su inserción laboral.

Molecular Chemistry
http://www.mastermolecularchemistry.polytechnique.edu/home/education/

Máster en Química Molecular impartido en la École Politechnique–ParisTech (F), de 120 ECTS distribuidos en dos años, aunque es posible la incorporación directa al segundo año si el estudiante está cualificado. El primer año se imparte en francés y el segundo en inglés. El Máster introduce los conceptos y métodos de la Química Molecular enfatizando en síntesis química, química organometálica y catálisis. Adicionalmente, los contenidos del Máster conectan con la biología, química farmacológica y la química de polímeros y biopolímeros.

Catalysis
http://courses.cardiff.ac.uk/postgraduate/course/detail/p038.html

Máster en Catálisis impartido por la Universidad de Cardiff (UK). El Máster permite al estudiante dirigir su interés hacia una o dos de las tres ramas en las que está dividido: catálisis homogénea, heterogénea o biológica. El Máster está orientado al estudio de los procesos químicos y abarca desde la investigación académica a los reactores industriales en gran escala pasando por los procesos que forman parte de los seres vivos. El curso proporciona formación teórica y práctica, y está dirigido a graduados en Química o Ingeniería Química que desean alcanzar puestos tanto académicos como en la industria.

Chemistry: Molecular Design, Synthesis and Catalysis
http://gss.uva.nl/masters-programmes/masters-programmes/masters-programmes/content/folder-8/molecular-design-synthesis-and-catalysis.html
http://www.vu.nl/nl/opleidingen/masteropleidingen/opleidingenoverzicht/c-d/chemistry/specializations/molecular-design-synthesis-catalysis/index.asp

Máster de carácter interuniversitario impartido por la Vrije Universiteit Amsterdam y la University of Amsterdam (NL) de dos años de duración. El Máster está orientado a la formación en diseño molecular para la preparación de nuevos compuestos con propiedades específicas, el desarrollo de catalizadores más eficientes y selectivos, y la síntesis de moléculas bioactivas. El núcleo del Máster comprende el estudio de metodologías sintéticas para la preparación de compuestos orgánicos, organometálicos y de coordinación.

Molecular Catalysis and Green Chemistry
http://etudes.univ-rennes1.fr/master-catgreenchem/themes/master-program

Máster impartido en inglés en la Université de Rennes (F) de dos años de duración, aunque es posible hacerlo en un año si el estudiante posee la formación adecuada. El programa del Máster proporciona formación avanzada en Química Fina, Organometálicos y Catálisis, Materiales moleculares y polímeros, Química Industrial, Química Verde y Desarrollo Sostenible.

Synthesis, Catalysis and Molecular Design
http://www.urv.cat/masters_oficials/en_sintesi_catalisi_dis_molecular.html

Máster impartido en inglés en la Universitat Rovira i Virgili (E). El objetivo del Máster es proporcionar una formación avanzada en síntesis, catálisis y diseño molecular. Este máster ofrece una formación científica que incluye nuevos metodologías de síntesis, técnicas de caracterización, desarrollo de catalizadores, diseño computacional y tratamiento de procesos químicos compatibles con el medioambiente. El Máster está enfocado fundamentalmente hacía la formación de investigadores, aunque el estudiante puede adquirir habilidades muy útiles para el trabajo en la industria.

2.2. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

Descripción de los procedimientos de consulta internos

En cumplimiento del art. 8 punto 5 del Acuerdo de 14 de junio de 2011 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, por el que se aprueban los criterios generales y el procedimiento para la reordenación de los títulos de Máster Universitario, el Consejo de Gobierno en su reunión de 13 de septiembre de 2012 (http://www.unizar.es/sg/doc/6.4.Comisiones_000.pdf) aprobó la composición de la Comisión para la elaboración de la Memoria del Máster Universitario en Síntesis Química y Catálisis Homogénea, a propuesta del Rector de la Universidad de Zaragoza:

Presidente

Dr. Jesús J. Pérez Torrente
Catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza y Vicedirector del ISQCH

Vocales

Dr. José María Casas del Pozo
Profesor Titular de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza

Dr. Carlos Cativiela Marín
Catedrático de Química Orgánica de la Universidad de Zaragoza

Dra. Pilar Lamata Cristobal
Catedrática de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza

Dr. Guillermo Muller Jevenois
Catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Barcelona

Dra. Blanca Ros Latienda
Catedrática de Química Orgánica de la Universidad de Zaragoza

Externo

Dr. Fernando Puente de Vera
FMC-Foret S.A.

Esta Memoria es el resultado del trabajo de esta Comisión, que se constituyó el 31 de enero de 2013. La Comisión ha estado en todo momento en contacto con los Directores de los Departamentos de Química Orgánica y Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza, que han sido invitados a las reuniones en varias ocasiones, con objeto de coordinar y diferenciar las propuestas de Máster en las que participan ambos Departamentos. Así mismo, la Comisión ha trabajado en coordinación con el equipo de Dirección del ISQCH, a través de su Presidente que es Vicedirector del mismo. Por último, una versión preliminar de la Memoria se presentó en la Junta del ISQCH y a los investigadores principales de los grupos de investigación de los Institutos ISQCH e ICMA implicados en la docencia del Máster. En ambas reuniones se hicieron interesantes observaciones a la estructura del Máster y sobre todo, a los contenidos, metodologías docentes y evaluación de las diferentes asignaturas. El resultado de este procedimiento de consulta ha sido la incorporación de estas aportaciones en la versión final de la Memoria.

Descripción de los procedimientos de consulta externos

La memoria del Máster Universitario en Síntesis Química y Catálisis Homogénea ha sido sometida a la consideración de evaluadores externos, expertos en diferentes áreas relacionadas con la temática del Máster. Algunos de ellos ocupan cargos de representación en la Real Sociedad Español de Química (RSEQ).

Prof. Dr. Jesús Jiménez Barbero
Presidente de la RSEQ

Prof. Dr. Joan Bosch
Presidente del Grupo Especializado de Química Orgánica de la RSEQ

Prof. Dr. Sergio Castillón Miranda
Coordinator of the University Master´s Degree Synthesis, Catalysis and Molecular Design, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona

La opinión cualificada de estos evaluadores externos se ha incorporado a la Memoria en forma de modificaciones que afectan fundamentalmente a los contenidos que se abordan en las diferentes asignaturas.

2.3. Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad

El acuerdo de 13 de diciembre de 2012 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza de reordenación de la oferta de másteres de la Universidad de Zaragoza (http://www.unizar.es/sg/doc/5.3.AcuerdomasteresCG1.pdf), autoriza el inicio de tramitación para su verificación de los siguientes Másteres con contenidos directamente relacionados con la Química:

Máster Universitario en Química Industrial
Proponente: Facultad de Ciencias

Máster Universitario en Iniciación a la Investigación en Química
Proponente: Facultad de Ciencias

Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea
Proponente: IUCH/ISQCH

Los objetivos y contenidos del *Máster Universitario en Química Industrial* estarán, previsiblemente, orientados a completar la formación de los graduados en Química para adquirir las competencias necesarias para ejercer como profesional químico en la industria química y empresas relacionadas. La profundización en el conocimiento de la química de procesos, especialmente valorada en el sector industrial, proporciona una especialización en Química Industrial, e incluye el desarrollo de las competencias necesarias para el acceso a programas de Doctorado en Química y relacionados.

Por otra parte, el *Máster Universitario en Iniciación a la Investigación en Química* es un Máster de carácter generalista cuyo objetivo es la formación investigadores que conozcan la naturaleza, los métodos y los fines más relevantes de las distintas ramas de la Química, capacitándolos para acceder a Programas de Doctorado y desarrollar un proyecto de Tesis Doctoral, o al mercado de trabajo en puestos de I+D+i. En el diseño y docencia del Máster está implicado, principalmente, el personal docente de los cuatro áreas de conocimiento: Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica y Química Orgánica.

El Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH), proponente del *Master Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea*, surge a partir de un convenio específico suscrito entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad de Zaragoza (UNIZAR) en 2011. Este Instituto Universitario Mixto de Investigación es el resultado del proceso de reestructuración del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA), instituto también de naturaleza mixta, creado en 1985. El ISQCH aglutina a los investigadores del área de Química del ICMA y a los del Instituto Universitario de Catálisis Homogénea (IUCH), creado en 2004.

La creación y el carácter del ISQCH ponen de manifiesto el interés estratégico que la investigación en Química Molecular y Catálisis Homogénea tiene para el Gobierno de Aragón, la Universidad de Zaragoza y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. La síntesis molecular y la catálisis homogénea constituyen áreas de trabajo muy activas en nuestra Universidad. El número y calidad de los grupos de investigación involucrados en el Instituto ha dado lugar a resultados excepcionales, reconocidos por la publicación de trabajos en revistas internacionales de gran índice de impacto.

La relevancia de la actividad de investigación en síntesis y catálisis en el ISQCH constituye un elemento diferenciador con respecto a los másteres ofertados en otras universidades españolas enfocados a ampliar conocimientos sin llegar a profundizar en los aspectos

metodológicos y experimentales. En este sentido, el Máster supone una oferta original y claramente diferenciada de otros másteres propuestos por nuestra universidad, y de la mayoría de los másteres impartidos por otras universidades.

Los contenidos y las competencias del Máster garantizan la adquisición de la formación especializada necesaria para incorporarse a equipos de investigación, en el sector público o privado, que desarrollen programas de I+D+i, o para acceder a los Programas de Doctorado de los Departamentos de Química Inorgánica y Química Orgánica.

El máster se apoya en el potencial investigador y formativo de los investigadores del ISQCH acreditado por la experiencia docente e investigadora de sus miembros. Una parte de la investigación que se realiza en el ICMA también está relacionada con aspectos sintéticos, por lo que este Máster da respuesta a las necesidades formativas de los estudiantes que vayan a continuar el doctorado en los grupos que se integran en ambos institutos.

3. Competencias

Las competencias básicas, transversales y específicas que se describen a continuación pretenden conseguir que los estudiantes adquieran una formación especializada en síntesis química y catálisis, de carácter avanzada y multidisciplinar, orientada a promover la iniciación en tareas investigadoras. Estas competencias son evaluables y exigibles para otorgar el título de Máster en Síntesis Química y Catálisis Homogénea.

3.1. Competencias Básicas

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

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

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

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

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

3.2. Competencias Generales

G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.

G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

3.3. Competencias Transversales

T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.

T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.

T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares

T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.

T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos, de un modo eficaz y claro.

T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

3.4. Competencias Específicas

E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.

E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.

E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.

E4. Capacidad para obtener información y evaluar el grado de riesgo, la toxicidad y las implicaciones medioambientales de los productos químicos, para manejarlos de forma segura y responsable.

E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.

E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.

E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.

E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

E9. Capacidad para elaborar una memoria, clara y concisa, de los resultados y conclusiones derivados de un proyecto de investigación.

E10. Capacidad para exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de un proyecto de investigación.

Los objetivos y las competencias generales, específicas y transversales del Máster en Síntesis Química y Catálisis Homogénea han sido definidas acorde a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres (Ley 3/2007, de 22 de marzo, para la

igualdad efectiva de mujeres y hombres), con los principios de igualdad de oportunidades y accesibilidad de las personas con discapacidad (Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad) y con los valores propios de una cultura de valores democráticos (Ley 27/2005, de 30 de noviembre, de fomento de la educación y la cultura de la paz).

4. Acceso y admisión de estudiantes

4.1. Sistemas de información previa a la Matriculación.

La Universidad de Zaragoza presenta en su página Web la información relevante de la estructura y contenidos de todas las titulaciones. La información académica y las guías docentes de todas las asignaturas estarán disponibles antes del inicio de cada curso académico en la dirección: http://titulaciones.unizar.es/.

Por otra parte la Universidad de Zaragoza ha elaborado dos documentos relativos a la información previa y a los procedimientos de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso, para facilitar su incorporación a la Universidad y a la titulación:

- 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

Ambos documentos están accesibles en la página Web de la Unidad de Calidad y Racionalización de la Universidad de Zaragoza, dentro del apartado de procedimientos para la verificación de estudios oficiales:
(http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm).

En este marco general, tanto el ISQCH como el ICMA colaboran con la Facultad de Ciencias en el desarrollo de actividades destinadas a dar a conocer las titulaciones que ofrece entre los potenciales alumnos. Por ese motivo, las páginas Web de los Institutos de investigación ISQCH, http://isqch.wordpress.com/about/, ICMA, http://icma.unizar-csic.es/WebICMA/, del centro http://ciencias.unizar.es/web/, y la propia de la titulación, http://titulaciones.unizar.es/quimica, constituyen un medio eficaz para hacer públicas tanto la información académica como las actividades extraacadémicas organizadas en el Máster en Química Molecular y Catálisis.

Así mismo, se organizarán acciones destinadas a dar a conocer el Máster y potenciar la incorporación de estudiantes mediante la elaboración de folletos y carteles informativos en papel y en formato electrónico. Esta información se expondrá y distribuirá tanto en la propia Universidad de Zaragoza, como en otras del entorno, e incluso a través de la página Web de la RSEQ y los boletines que ésta distribuye entre los socios y afiliados. También se prevé organizar un acto de presentación del Máster con anterioridad al inicio del periodo de inscripción, cuyo lugar y fecha de realización se incluirá en los folletos y carteles de cada año.

Si bien el acceso a la titulación de Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis está abierto a alumnos, españoles o extranjeros, que acrediten los requisitos legales de acceso previstos en el Art. 16 del RD 1393/2007, **el perfil de ingreso** recomendado es el de Licenciados y Graduados en Química, Bioquímica, Biotecnología, Biología, Farmacia e Ingenierías Química y Medioambiental, o bien titulaciones de nivel formativo y contenido equivalente que puedan diferir en la denominación del título.

4.2. Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión.

Acceso

El procedimiento de acceso y admisión, así como los requisitos que se exponen, han sido elaborados conforme a lo prescrito por los artículos 16 y 17 del RD 1393/2007 y las modificaciones establecidas por el Art. 6 del RD 861/2010 que constituyen la normativa vigente para el acceso a un Máster Universitario.

Podrán acceder al Máster aquellos que estén en posesión de un título universitario oficial, expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que faculte en el país expedidor del título para el acceso a las enseñanzas del Máster.

También podrán acceder al Máster aquellos alumnos que estén en posesión de uno de los títulos de educación superior de un país extranjero no perteneciente al EEES, siempre que éste haya sido homologado previamente a un título que capacite para el acceso directo y de acuerdo con el procedimiento previsto en la normativa vigente. Las indicaciones correspondientes para la justificación documental, traducción cuando fuera necesario y el procedimiento a seguir para la homologación, está accesible en la dirección Web: http://wzar.unizar.es/servicios/maste/masteacces/acces/acces.html.

La Universidad comprobará que estos estudiantes acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles que facultan para el acceso a enseñanzas de posgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo que posea el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de Máster.

Dadas las características del Máster, en el que parte de la docencia se impartirá en inglés, es conveniente que el estudiante posea unos conocimientos avanzados de inglés en el ámbito de la comprensión oral y escrita, por lo que deberá acreditar al menos un nivel B1 de la lengua inglesa (nivel intermedio) o demostrar dichos conocimientos mediante una prueba de nivel desarrollada al efecto en el Instituto de Idiomas de la Universidad de Zaragoza.

Cuando la lengua materna del estudiante sea diferente del español, éste deberá acreditar un conocimiento de español suficiente (nivel B1 o equivalente) para cursar la titulación. Si el estudiante no presentara un título oficial que lo acredite, el coordinador podrá solicitar que se verifique este requisito mediante una entrevista personal o por otra vía (telefónica, videoconferencia, etc.).

Admisión

Para acceder al master es necesario que los estudiantes interesados realicen una preinscripción al mismo dentro de los plazos que se establezcan a tal efecto. Los plazos de preinscripción y el procedimiento para su presentación se pueden consultar en la página Web de la Universidad de Zaragoza http://wzar.unizar.es/servicios/maste/masteacces/admis/fecha.html, pudiéndose realizar a través de Internet http://www.unizar.es/academico/master/index.html.

Las solicitudes de admisión serán evaluadas por la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación. Una vez evaluadas las solicitudes, la Comisión elevará la propuesta de admisión al Coordinador de la titulación.

Criterios de Admisión

En caso de que la demanda de plazas supere a la oferta se aplicarán los siguientes criterios con objeto de establecer un orden de prelación entre las solicitudes:

1.- Los Licenciados y Graduados en Química tendrán prioridad sobre el resto de los titulados.

2.- Las solicitudes se ordenarán por expediente académico y otros posibles méritos relacionados con el Máster (publicaciones y experiencia investigadora) donde el expediente académico tendrá un peso, al menos, del 60%. En caso necesario se podrá realizar una entrevista personal en la que se valorarán las competencias del estudiante, el nivel de inglés y su motivación. La ponderación máxima de la entrevista será de un 15%.

4.3. Apoyo y Orientación a estudiantes, una vez matriculados.

La Universidad de Zaragoza dispone de un sistema variado y gratuito de asesorías (http://www.unizar.es/asesorias/) de carácter académico, psicológico o laboral, con objeto de prestar apoyo y orientación personalizada (jurídica, movilidad internacional, psicológica, sexológica, etc.) a los estudiantes que lo soliciten, contribuyendo así a mejorar su rendimiento académico.

La Universidad de Zaragoza dispone también de un programa de tutoría, especialmente dirigido a los alumnos de nuevo ingreso, cuyo procedimiento se describe en el documento C4-DOC4 y los anexos que se encuentran en la página Web: http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm, relativos a las acciones de tutorización de estudiantes.

Dentro del ámbito de la propia titulación, el coordinador del Máster y los directores de los Trabajos Fin de Máster serán las personas de referencia de los estudiantes a lo largo del curso. Por otra parte, el tamaño de los grupos de docencia teórica y práctica en la titulación propuesta hace factible un seguimiento personalizado por parte de los profesores, facilitando un apoyo académico continuo e individualizado a cada estudiante.

4.4. Sistemas de transferencia y reconocimiento de créditos.

El procedimiento de reconocimiento y transferencia de créditos entre títulos oficiales tiene, como uno de los principales objetivos, fomentar la movilidad de los estudiantes tanto entre universidades españolas como europeas, e incluso con otros continentes. Se inicia con la solicitud por parte del estudiante y finaliza cuando se incorpora la información al expediente académico y se envía comunicación al estudiante.

Se considera "*reconocimiento de créditos*" la aceptación de los créditos obtenidos en una enseñanza oficial (enseñanza de origen) de cualquier universidad, que son computados en enseñanzas de la Universidad de Zaragoza (enseñanza de llegada) a efectos de la obtención de un título de Grado o Máster.

La "*transferencia de créditos*" es un acto administrativo que consiste en incluir en el expediente académico del alumno los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales no finalizadas, cursadas en cualquier universidad, y que no pueden ser objeto de reconocimiento.

El Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, en sesión de 9 de julio de 2009, aprobó el Reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos, estableciendo el reconocimiento de créditos por materias cursadas en programas de intercambio nacional o internacional (B.O.U.Z. nº 10/09 de 14 de julio de 2009, http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-09_008.pdf). Puesto que esta normativa es anterior a la aparición del RD 861/2010 de 2 de julio y de rango inferior, se considera derogada en todo aquello que se oponga al RD indicado. En cualquier caso, tal como se recoge en el RD 861/2010, el reconocimiento de créditos no podrá superar el límite del 15% de los créditos que constituyen el plan de estudios, es decir, 9 créditos.

La Comisión de Garantía de la Calidad del Máster será la encargada de evaluar el posible reconocimiento de créditos. Para valorar dicho reconocimiento de forma personalizada, tendrá en cuenta la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las materias cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios, o bien que tengan carácter transversal.

De acuerdo con la reglamentación indicada en este apartado, podrán reconocerse hasta un máximo de seis créditos de los módulos del Máster denominados *"Caracterización Estructural"* y *"Horizontes en Química Molecular y Catálisis"*, por los estudios cursados en otros planes de estudio conducentes a la obtención de titulaciones oficiales, ya fuera en la Universidad de Zaragoza o en cualquier otro centro universitario que imparta esas titulaciones, o equivalentes. En ningún caso serán reconocidos créditos del módulo *Química Molecular y Catálisis* o del *Trabajo Fin de Máster*. No se contempla el reconocimiento de créditos por acreditación de experiencia laboral y profesional.

4.6. Complementos formativos para Máster.

De acuerdo con la modificación del apartado 2 del RD 861/2010 se considera conveniente que, aquellos Graduados cuyo Trabajo Fin de Grado (TFG), o Licenciados cuyo Trabajo Académicamente Dirigido (TAD), hubiera sido desarrollado en áreas distintas a las de Química Orgánica o Química Inorgánica, o no tuviera carácter experimental, que deban cursar la asignatura optativa "*Metodologías fundamentales de síntesis*" como complemento formativo. Esta asignatura forma parte del módulo "*Caracterización Estructural*" del Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea y se encuentra definida en el apartado 5 de esta Memoria.

5. Planificación de las enseñanzas

5.1. Descripción general del plan de estudios

El Máster ha sido diseñado dentro del marco general legislativo, Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Asimismo, en el diseño de este Máster se ha tenido en cuenta el acuerdo de 14 de junio de 2011 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza por el que se aprueban los criterios y procedimientos para la reordenación de los títulos de Máster Universitario.

A) Descripción general del plan de estudios

A.1. Distribución del plan de estudios en créditos ECTS, por tipo de materia

El máster se plantea para un año académico e implica una planificación de las enseñanzas de 60 créditos ECTS, de los cuales 48 son de carácter obligatorio y 12 de carácter optativo. El plan de estudios contempla 24 créditos de asignaturas obligatorias, el Trabajo Fin de Máster con 24 créditos también obligatorios, así como una oferta formativa de 24 créditos optativos, de los cuales el alumno deberá cursar un total de 12 créditos.

Un crédito ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante. Para todas las asignaturas, con la excepción del Trabajo Fin de Máster, se han considerado que de las 25 horas, 10 horas corresponden a actividades de enseñanza, y por lo tanto de presencialidad, y 15 horas a trabajo personal del alumno. En el caso del Trabajo Fin de Máster, se han considerado 15 horas presenciales y 10 horas de trabajo personal del alumno por crédito ECTS.

Tabla 5.1. Distribución de créditos por tipo de materia

TIPO DE MATERIA	CRÉDITOS
Obligatorias	24
Formación Optativa	12
Trabajo Fin de Máster	24
CREDITOS TOTALES	**60**

A.2. Explicación general de la planificación del plan de estudios

El título de máster se estructura en torno a módulos y asignaturas. Los módulos son unidades de aprendizaje con objetivos comunes, criterios de evaluación explícitos y

coherentes que agrupan materias o asignaturas que constituyen una unidad organizativa dentro del plan de estudios. Las asignaturas se corresponden con disciplinas científicas.

En el Máster se han definido 4 módulos: Química Molecular y Catálisis (18 créditos ECTS), Caracterización Estructural (18 créditos ECTS), Horizontes en Química Molecular y Catálisis (12 créditos ECTS) y Trabajo Fin de Máster (24 créditos ECTS).

El Módulo Química Molecular y Catálisis consta de 18 créditos de carácter obligatorio que proporcionarán al alumno conocimientos avanzados dentro del área de estudio de la Química Orgánica, Organometálica y de la Catálisis. El Módulo de Caracterización Estructural facultará al alumno para la caracterización de las estructuras moleculares, y consta de 6 créditos de carácter obligatorio y 12 optativos. En este módulo se ha incluido una asignatura optativa de 2 créditos, que se imparte en el primer semestre, denominada, *Metodología fundamentales de síntesis*, como complemento de formación para estudiantes procedentes de las titulaciones con menor afinidad con el Máster, y que presenten una formación deficiente en esta materia. Horizontes en Química Molecular y Catálisis es un módulo de carácter optativo de 12 créditos donde se abordarán los conceptos y conocimientos que destacan por su novedad e interés actual, dentro del campo de estudio de la Química Orgánica, Organometálica y la Catálisis. Se completará el Máster con la elaboración y defensa de un Trabajo Fin de Máster, al que se le asignan 24 créditos ECTS obligatorios. Este Módulo supone el desarrollo de un proyecto de investigación original en una línea de investigación afín a los contenidos del Máster, que el alumno podrá realizar en los grupos de investigación adscritos al ISQCH, el ICMA y otros centros de investigación públicos o privados relacionados con la temática del Máster.

Los módulos de formación del Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea se presentan en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Distribución de créditos por módulo

MODULO	CRÉDITOS
Química Molecular y Catálisis	18
Caracterización Estructural	18
Horizontes en Química Molecular y Catálisis	12
Trabajo Fin de Máster	24

Las asignaturas que componen cada Módulo de la Tabla 5.2 con su distribución en créditos se especifican en la Tabla 5.3. Las asignaturas obligatorias son de 6 créditos, y las optativas de 2 créditos, excepto la asignatura optativa *Técnicas de caracterización estructural avanzadas* a la que se le han asignado 4 créditos. Esta asignación de créditos respeta el acuerdo de 14 de junio de 2011 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza que establece que al Trabajo fin de Máster se le deberán asignar entre 6 y 30 créditos, y para las asignaturas ofertadas, el número de créditos no podrá ser inferior a 6 en el caso de las obligatorias, y a 2 en el caso de las asignaturas optativas.

Tabla 5.3. Distribución de créditos por módulos y asignaturas

MÓDULO	ASIGNATURAS	ECTS	Carácter
Química Molecular y Catálisis	Estrategias en síntesis orgánica avanzada	6	Obligatorio
	Diseño molecular en química inorgánica y organometálica	6	Obligatorio
	Catálisis	6	Obligatorio
		18	
Caracterización Estructural	Técnicas de caracterización estructural	6	Obligatorio
	Metodologías fundamentales de síntesis	2	Optativo
	Recursos bibliográficos y bases de datos	2	Optativo
	Cristalografía y técnicas de difracción	2	Optativo
	Modelización molecular	2	Optativo
	Técnicas de caracterización estructural avanzadas	4	Optativo
		18	
Horizontes en Química Molecular y Catálisis	Catálisis asimétrica	2	Optativo
	Química supramolecular	2	Optativo
	Química de materiales avanzados	2	Optativo
	Química en la frontera con la Biología	2	Optativo
	Química sostenible y catálisis	2	Optativo
	Seminarios interdisciplinares	2	Optativo
		12	
Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	24	Obligatorio
		24	
CREDITOS TOTALES A CURSAR POR EL ESTUDIANTE		**60**	

A modo de resumen, la distribución temporal de las asignaturas se recoge en la Tabla 5.4.

Se cursarán en el primer semestre las 4 asignaturas obligatorias y las asignaturas optativas *Metodologías fundamentales de síntesis* y *Recursos bibliográficos y bases de datos*. En el segundo semestre se impartirán el resto de las asignaturas optativas. La asignatura *Seminarios interdisciplinares*, que consistirá en una selección de conferencias programadas por los institutos de Investigación, la Facultad de Ciencias y la Universidad de Zaragoza

tendrá carácter anual. Igualmente el *Trabajo Fin de Máster* se podrá realizar a lo largo del todo el curso académico, aunque debido a la mayor carga docente en el primer semestre, se llevará a cabo principalmente durante el segundo.

Tabla 5.4. Distribución temporal de asignaturas del plan de estudios

Semestre	ASIGNATURA	Carácter	ECTS		Semestre	ASIGNATURA	Carácter	ECTS
1	Estrategias en síntesis orgánica avanzada	Oblig.	6		2	Cristalografía y técnicas de difracción	Opt.	2
1	Diseño molecular en química inorgánica y organometálica	Oblig.	6		2	Modelización molecular	Opt.	2
1	Catálisis	Oblig.	6		2	Técnicas de caracterización estructural avanzadas	Opt.	4
1	Técnicas de caracterización estructural	Oblig.	6		2	Catálisis asimétrica	Opt.	2
1	Metodologías fundamentales de síntesis	Opt.	2		2	Química supramolecular	Opt.	2
1	Recursos bibliográficos y bases de datos	Opt.	2		2	Química de materiales avanzados	Opt.	2
					2	Química en la frontera con la Biología	Opt.	2
					2	Química sostenible y catálisis	Opt.	2
Seminarios interdisciplinares							Opt.	2
Trabajo Fin de Máster							Obli.	24

La relación entre las competencias que deberá adquirir el estudiante y las asignaturas que se deberán cursar en el máster se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 5.5. Relación Competencias/Asignaturas

Asignaturas Obligatorias

	Comp. Básicas					Comp. Generales			Competencias Específicas										Competencias Transversales					
	6	7	8	9	10	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
Estrategias en síntesis orgánica avanzada	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●			●	●	●			●	●	●	●	●	
Diseño molecular en química inorgánica y organometálica	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●			●	●	●			●	●	●	●	●	
Catálisis	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●			●	●	●			●	●	●	●	●	
Técnicas de caracterización estructural	●	●	●	●	●			●	●				●		●	●			●	●	●	●		●
Trabajo Fin de Máster	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	6	7	8	9	10	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6

Asignaturas Optativas

	6	7	8	9	10	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
Metodologías fundamentales de síntesis	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●					●	●	●	●
Recursos bibliográficos y bases de datos	●	●	●	●	●			●				●					●	●	●	●	●	●	●	
Cristalografía y técnicas de difracción	●	●	●	●	●	●		●	●				●			●			●	●	●	●	●	●
Modelización molecular	●	●	●	●	●		●	●		●			●	●	●	●			●	●	●	●	●	●
Técnicas de caracterización estructural avanzadas	●	●	●	●	●			●	●				●		●	●			●	●	●	●		●
Catálisis asimétrica	●	●	●	●	●	●	●		●	●			●	●	●	●			●	●	●	●	●	●
Química supramolecular	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●			●	●	●	●	●	●
Química de materiales avanzados	●	●	●	●	●	●	●		●	●			●			●			●	●	●	●	●	●
Química en la frontera con la Biología	●	●	●	●	●	●	●		●	●			●	●	●	●			●	●	●	●	●	
Química sostenible y catálisis	●	●	●	●	●	●	●		●	●		●		●	●	●			●	●	●	●	●	●
Seminarios interdisciplinares	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	
	6	7	8	9	10	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6

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

En el Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea, no se establecen acciones de movilidad específicas. No obstante, los convenios de movilidad que se puedan concretar, se atendrán a las normas generales que sobre movilidad de estudiantes tiene establecidos la Universidad de Zaragoza y que vienen definidos por los documentos:

- C5-DOC1: Procedimiento para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida del programa SICUE/SÉNECA.
- C5-DOC2: Procedimiento para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida del programa PAP (Programa de aprendizaje permanente-ERASMUS).
- C5-DOC4: Procedimiento de gestión de la movilidad nacional e internacional de los estudiantes de máster.

Estos procedimientos se encuentran 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

Por otra parte, la información sobre acciones de movilidad y de formación del estudiante, en el ámbito internacional, que se coordinan desde la Facultad de Ciencias, se encuentra accesible en la Web de relaciones internacionales de este centro:
http://ciencias.unizar.es/web/relacionesInternacionales.do

C) Procedimiento de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios

Para velar por la calidad de la enseñanza en la Universidad de Zaragoza se ha implantado un sistema de calidad de las titulaciones. La coordinación de la titulación se llevará a cabo por los agentes del sistema de calidad, esencialmente mediante la actuación de los tres más directamente implicados en la misma (ver punto 9.1 de esta Memoria):

- El Coordinador de Titulación,
- La Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación, y
- La Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación.

Los mecanismos de coordinación docente previstos por el Sistema Interno de Gestión de la Calidad (SGIC) para el Máster son los siguientes:

- Reuniones del Coordinador del Máster con los profesores encargados de impartir las asignaturas para coordinar las diferentes actividades formativas. De esta forma se optimizará el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Elaboración por parte de cada profesor de la guía docente de la asignatura. La guía debe plasmar los objetivos, las competencias, los resultados de aprendizaje, las actividades formativas, metodología, y sistema de evaluación, propios de la asignatura. Se concretará el idioma empleado para impartir la docencia de la asignatura. La planificación de la asignatura recogida en la guía reflejará las decisiones de coordinación adoptadas. Toda esta información deberá estar accesible para los alumnos en la página web de la asignatura al inicio de cada curso académico con objeto de garantizar la idoneidad del proceso formativo.

- La Comisión de Evaluación de la Calidad del Máster al principio de cada curso asignará un Trabajo Fin de Máster a cada alumno matriculado. Los proyectos serán asignados tratando de compaginar el interés mostrado por cada alumno por un área de trabajo concreta, con los proyectos ofertados por grupos de investigación adscritos al ISQCH, el ICMA y otros centros de investigación públicos o privados afines a los contenidos del Máster.
- Reunión de la Comisión de Evaluación de la Calidad del Máster para evaluar los resultados de cada curso académico. La Comisión se encargará de garantizar la coordinación entre las distintas asignaturas y evitará reiteraciones o lagunas en los contenidos. En esta reunión se planificará el curso siguiente. Normalmente los cambios introducidos afectarán a los Contenidos y a la Metodología docente, sin que se modifiquen los objetivos del Máster y las Competencias que con ellos se persiguen. Si los cambios introducidos afectan a las Competencias del Título, deberán ser aprobados por la ANECA. Esta Comisión elaborará un informe anual sobre el desarrollo de la Docencia en la titulación. Así mismo, el Coordinador de la titulación elaborará una propuesta de mejora.
- Corresponde a la Comisión de Garantía de Calidad de la Titulación aprobar un Plan Anual con las propuestas de mejora del Máster.

5.2. Estructura del plan de estudios

A continuación se presenta un conjunto de fichas donde se detallan las asignaturas que componen el plan de estudios propuesto, de acuerdo con la organización descrita anteriormente. El orden en el que se muestran las fichas de las asignaturas es el siguiente: módulo Química Molecular y Catálisis, módulo Caracterización Estructural, módulo Horizontes en Química Molecular y Catálisis, y finalmente el Trabajo Fin de Máster.

En las fichas de las asignaturas se concretan las Competencias que adquiere el alumno cuando cursa la asignatura, que se han definido previamente en Apartado 3 de la Memoria, los Resultados de Aprendizaje, que incluya los conocimientos, comprensión y habilidades que se espera que el estudiante domine, comprenda y demuestre después de cursar la asignatura, y una breve descripción de los Contenidos de la misma. Además cada ficha especifica las Actividades Formativas, las Metodologías Docentes y los Sistemas de Evaluación, orientadas a la consecución por parte del estudiante de las competencias que debe adquirir con cada asignatura, durante el proceso de aprendizaje.

A continuación, en las tablas 5.6, 5.7 y 5.8 se definen las Actividades Formativas, las Metodologías de enseñanza-aprendizaje y los Sistemas de Evaluación utilizados, a las que se les ha asignado un código alfanumérico.

Tabla 5.6. Actividades formativas

Código	Actividad Formativa	Descripción
AF1	Adquisición de conocimientos avanzados	Se impartirá la parte teórica de los temas propuestos y se resolverán las dudas relacionadas con los conceptos impartidos.
AF2	Resolución de problemas y seminarios	Los alumnos, supervisados por el profesor, resolverán problemas, relacionados con los conceptos introducidos en las clases de teoría. Los estudiantes presentarán o discutirán temas actuales de interés en el campo de estudio del Máster.
AF3	Prácticas de laboratorio	Se realizarán prácticas donde el alumno afianzará los contenidos desarrollados en las clases de teoría.
AF4	Prácticas con ordenador	Se realizarán prácticas con ordenador donde el alumno trabajará los contenidos desarrollados en las clases teóricas utilizando el software adecuado.
AF5	Prácticas con grandes equipos	Se realizarán prácticas donde el alumno aprenderá las técnicas de caracterización utilizando el equipamiento científico especializado necesario.
AF6	Trabajos dirigidos	Los estudiantes realizarán trabajos relativos a temas actuales de interés en el campo de estudio del Máster.
AF7	Estudio autónomo	El alumno desarrollará el estudio individual de la asignatura. Se recomienda que dicho estudio se realice de forma continuada.
AF8	Tutorías	Se realizarán tutorías con el profesor para facilitar el aprendizaje de los conceptos impartidos, la preparación de trabajos e informes y la realización del Trabajo Fin de Máster.
AF9	Pruebas de evaluación	Se evaluarán las competencias adquiridas por el estudiante, mediante la realización de pruebas escritas u orales. En su caso, la prueba de evaluación consistirá en la exposición y defensa pública del Trabajo Fin de Máster.
AF10	Trabajo de investigación	Los estudiantes realizarán un trabajo de investigación incorporándose en un Grupo de Trabajo afín a los contenidos del Máster. Durante el desarrollo del mismo, prestarán especial atención a los puntos siguientes: aplicación de las normas de seguridad del laboratorio, búsqueda bibliográfica, desarrollo del trabajo experimental en el laboratorio, utilizando la metodología y equipamiento necesario, y

		reuniones con el director del trabajo para analizar los resultados y planificar nuevas estrategias.

Tabla 5.7. Metodologías de enseñanza-aprendizaje

Código	Metodología de enseñanza-aprendizaje	Descripción
M1	Clases expositivo-participativas	Se desarrollarán en aula. En su desarrollo se expondrán de forma ordenada los conceptos teóricos y hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de los contenidos de la asignatura. Así mismo, se presentarán ejemplos prácticos que clarifiquen las diferentes temáticas tratadas. Al comienzo de cada tema se detallará su contenido y los objetivos principales que se pretenden alcanzar. Durante su desarrollo se fomentará la participación del estudiante.
M2	Clases de problemas	Se desarrollarán en aula. Tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de un conjunto de ejercicios (cuestiones y/o problemas) promoviendo la participación del estudiante en la puesta en común y discusión de resultados en grupos reducidos. El estudiante dispondrá de los enunciados con anterioridad para su resolución previa.
M3	Seminarios	Se desarrollarán en aula. Tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos en el estudio, exposición y discusión de temas monográficos o trabajos de investigación de actualidad, relacionados con los contenidos de la asignatura, propiciando el debate científico de los estudiantes.
M4	Sesiones de laboratorio	Se desarrollarán en laboratorios de docencia. Tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos en clases expositivas y seminarios al ámbito del laboratorio, aprender nuevas técnicas e intensificar la aplicación de otras conocidas, trabajar con equipos de uso común y adquirir habilidades para el trabajo experimental en laboratorio. Se incidirá en aspectos como seguridad, gestión de residuos, hábitos de trabajo, obtención e interpretación de datos y resultados, así como en la elaboración del cuaderno de laboratorio e informes.
M5	Clases con ordenador	Se desarrollarán en aula de informática. El estudiante trabajará de forma individualizada con aplicaciones

		informáticas acordes a los contenidos de la asignatura y los problemas propuestos. El estudiante estará supervisado y dirigido por el profesor.
M6	Sesiones con equipamiento especializado	Se desarrollarán en laboratorios especializados. El estudiante, de forma individualizada o en pequeños grupos, trabajará o conocerá *in situ*, equipos y técnicas especializadas de acceso limitado, acordes a los contenidos de la asignatura y los problemas propuestos. El alumno estará atendido y guiado por el profesor con asistencia en su caso, de personal técnico especializado.
M7	Trabajo dirigido individual o en grupo	Realización de trabajos, individuales o en grupo reducido, que requieran obtener y consultar bibliografía especializada.
M8	Tutorías en grupo reducido o personalizadas	Se desarrollarán fundamentalmente en el aula. Tendrán como objetivo la orientación del estudiante en el aprendizaje autónomo de la asignatura y de tutela en los trabajos dirigidos o que requieran un especial asesoramiento del profesor. Permitirán así mismo solucionar dudas y problemas surgidos durante el desarrollo de las diferentes actividades formativas.
M9	Estudio teórico y práctico	Estudio de contenidos relacionados con las clases teóricas y prácticas. Incluye, además de la preparación de seminarios, lecturas, investigaciones, trabajos, memorias, etc. para exponer o entregar en las clases teóricas y prácticas, estudiar exámenes, trabajo en la biblioteca, lecturas complementarias, resolución de problemas y ejercicios, etc.
M10	Trabajo virtual en red	Metodología basada en el trabajo colaborativo que parte de un espacio virtual, diseñado por el profesor y de acceso restringido, en el que se pueden compartir documentos, trabajar sobre ellos de manera simultánea, agregar otros nuevos, comunicarse de manera síncrona y asíncrona, y participar en todos los debates que cada miembro puede constituir.
M11	Conferencias	Asistencia a conferencias programadas relacionadas con las fronteras de la investigación en el área de estudio.
M12	Proyecto	Se incorporará en un grupo de trabajo donde desarrollará un trabajo de investigación aplicando conocimientos interdisciplinares.

Tabla 5.8. Sistemas de evaluación

Código	Sistema de evaluación	Descripción
SE1	Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	Se evaluarán los resultados obtenidos en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas propuestas por el profesor.
SE2	Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	Se evaluarán de forma individualizada los trabajos dirigidos realizados.
SE 3	Realización de trabajos de carácter práctico de forma individual o en grupo	Se evaluará de forma individualizada los trabajos realizados de carácter práctico.
SE 4	Evaluación de informes del trabajo experimental	Se evaluarán los informes presentados por los alumnos sobre el trabajo experimental.
SE 5	Habilidad experimental en el laboratorio	Se evaluará el trabajo realizado por el alumno en el laboratorio, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos.
SE 6	Prueba de carácter práctico	Se realizará una prueba de carácter práctico en la que se evaluarán los conocimientos adquiridos por el alumno.
SE 7	Presentación de trabajos y debate	Se evaluará la presentación y la exposición oral de los trabajos realizados por el alumno.
SE 8	Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	Se realizará una prueba global donde se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos alcanzados por el alumno.
SE 9	Evaluación continua	Se realizará un control de asistencia y se valorará la atención/participación en las distintas actividades organizadas durante el curso.
SE 10	Memoria del Trabajo Fin de Máster	Se valorará el contenido científico del Trabajo Fin de Máster, así como la capacidad de análisis y de síntesis demostrada por el alumno durante la realización del mismo y durante la redacción de la Memoria.
SE 11	Exposición y defensa del Trabajo Fin de Máster	Se valorará la capacidad del alumno, durante la exposición y defensa del Trabajo Fin de Máster.
SE 12	Informe del tutor del Trabajo Fin de Máster	Se considerará la valoración que realiza el director del Proyecto Fin de Máster sobre el desarrollo del mismo por el alumno.

Asignaturas Obligatorias

Módulo	Química Molecular y Catálisis			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
ESTRATEGIAS EN SÍNTESIS ORGÁNICA AVANZADA	6	Obligatorio	Semestral	S1
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco

de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Proponer procedimientos sintéticos razonables para compuestos orgánicos
2.- Utilizar de forma adecuada las herramientas básicas de química orgánica sintética
3.- Utilizar los procedimientos sintéticos idóneos para la construcción de anillos
4.- Reconocer todos los aspectos de la estereoquímica
5.- Capacidad para entender y tener una visón integrada de los mecanismos de las reacciones orgánicas
6.- Resolver problemas y cuestiones así como defender de forma crítica los resultados obtenidos

El resultado global de aprendizaje más importante de la asignatura es que al final de la misma el alumno debe de ser capaz de entender una síntesis orgánica para proponer alternativas sintéticas razonables después de analizar con cuidado sus diferentes opciones, la estereoquímica implicada en el proceso y los mecanismos operativos.

Contenidos

I.- Retrosíntesis. Desconexiones. Interconversión de grupos funcionales. Grupos protectores. Estereoquímica. Selectividad y Estereocontrol. Síntesis Estereoselectivas. Mecanismos e intermedios en química orgánica. Formación de enlaces. Construcción de anillos. Reacciones pericíclicas.
II.- Nuevas estrategias sintéticas en Química Orgánica. Uso de compuestos organometálicos y heterociclos como intermedios de síntesis. Otros intermedios avanzados.
III.- Aplicaciones a la síntesis de moléculas complejas. Síntesis de productos de interés biológico. Síntesis de productos de alto valor añadido.
IV.- Diseño molecular en síntesis orgánica. Relación Estructura–Propiedades (SAR)

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	40	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	15	100
AF3.- Prácticas de laboratorio	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	35	0
AF7.- Estudio autónomo	50	0
AF8.- Tutorías	3	100

AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

METODOLOGÍAS DOCENTES

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M4.- Sesiones de laboratorio
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8 - Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M10.- Trabajo virtual en red

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	10	15
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas.	70	80

Observaciones

Las prácticas de la asignatura *Estrategias en síntesis orgánica avanzada* junto con las de las asignaturas: *Diseño molecular en química inorgánica y organometálica*, y *Catálisis*, constituirán un bloque integrado en el que se abordará: i) la síntesis de una molécula orgánica con la capacidad para actuar como ligando, ii) la preparación de un compuesto organometálico y/o de coordinación y iii) el estudio de su actividad catalítica.

Módulo	**Química Molecular y Catálisis**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
DISEÑO MOLECULAR EN QUÍMICA INORGÁNICA Y ORGANOMETÁLICA	6	Obligatorio	Semestral	S1

Lenguas de impartición

Español/inglés

Competencias que el estudiante adquiriere

Competencias Básicas

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

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

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

sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Aplicar conceptos básicos de química de la coordinación a la síntesis de complejos que incorporen moléculas pequeñas, evaluar los posibles modos de coordinación, el enlace, las propiedades, la reactividad y aplicaciones.
2.- Conocer los procesos habituales en síntesis de complejos organometálicos y sus propiedades generales.
3.- Identificar los diferentes tipos de coordinación de los ligandos de tipo σ y/o π al metal, las

modificaciones que causan en las moléculas orgánicas y la reactividad inducida.
4.- Proponer metodologías sintéticas de moléculas orgánicas asistidas por complejos metálicos.
5.- Conocer los procesos generales de síntesis de nanopartículas y sus aplicaciones.

Contenidos

I.- Conceptos fundamentales de química de la coordinación. Activación de moléculas pequeñas: modos de coordinación, propiedades y reactividad. Hidruros metálicos, enlaces de hidrógeno no convencionales e interacciones agósticas. Diagnóstico clínico y terapias médicas basados en complejos metálicos.
II.- Propiedades generales de los complejos organometálicos. Estabilidad y reactividad. Alquil- y aril-metal complejos y otros ligandos σ-M-C asimilables. Complejos organometálicos con enlaces múltiples. Complejos con ligandos π-M-C. Aplicaciones de la química organometálica en síntesis orgánica.
III.- Compuestos polinucleares, enlaces metal-metal, compuestos clusters: modelos de enlace y estructura. Nanopartículas inorgánicas: preparación y aplicaciones.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	40	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	15	100
AF3.- Prácticas de laboratorio	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	25	0
AF7.- Estudio autónomo	60	0
AF8.- Tutorías	3	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M4.- Sesiones de laboratorio
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M10.- Trabajo virtual en red

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	10	15
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	70	80

Observaciones

Las prácticas de la asignatura *Diseño molecular en química inorgánica y organometálica* junto

con las de las asignaturas: *Estrategias en síntesis orgánica avanzada* y *Catálisis*, constituirán un bloque integrado en el que se abordará: i) la síntesis de una molécula orgánica con la capacidad para actuar como ligando, ii) la preparación de un compuesto organometálico y/o de coordinación y iii) el estudio de su actividad catalítica.

Módulo	**Química Molecular y Catálisis**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
CATÁLISIS	6	Obligatorio	Semestral	S1
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

Competencias Específicas

E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Aplicar conceptos básicos de Química Oganometálica al diseño de catalizadores.
2.- Conocer las principales reacciones homogéneas catalizadas por complejos de metales de transición, sus mecanismos de reacción y sus aplicaciones industriales.
3.- Proponer las etapas fundamentales que integran el mecanismo de las reacciones catalíticas.
4.- Elegir el catalizador más adecuado para un proceso sintético.
5.- Evaluar la actividad y selectividad de los catalizadores, y la sostenibilidad de los procesos catalíticos.
6.- Conocer las metodologías de preparación de catalizadores híbridos
7.- Identificar el potencial de los medios de reacción alternativos en procesos catalíticos.

Contenidos

Catálisis: conceptos básicos y principios generales. Diseño de catalizadores metálicos: ligandos. Procesos fundamentales en catálisis homogénea. Catalizadores de hidrogenación: mecanismos y aplicaciones. Reacciones de transferencia de hidrógeno. Isomerización de alquenos. Hidrofuncionalización de olefinas. Reacciones de carbonilación. Funcionalización C-H. Reacciones de oxidación. Polimerización y oligomerización de olefinas. Metátesis de olefinas. Reacciones de acoplamiento. Técnicas experimentales en catálisis. Catalizadores híbridos. Catálisis bioinspirada. Nuevas tendencias en catálisis.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	40	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	15	100
AF3.- Prácticas de laboratorio	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	25	0
AF7.- Estudio autónomo	60	0
AF8.- Tutorías	3	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M4.- Sesiones de laboratorio
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M10.- Trabajo virtual en red

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	10	15
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	70	80

Observaciones

Las prácticas de la asignatura *Catálisis* junto con las de las asignaturas: *Diseño molecular en química inorgánica y organometálica*, *Estrategias en síntesis orgánica avanzada*, constituirán un bloque integrado en el que se abordará: i) la síntesis de una molécula orgánica con la capacidad para actuar como ligando, ii) la preparación de un compuesto organometálico y/o de coordinación y iii) el estudio de su actividad catalítica.

Módulo	**Caracterización Estructural**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL	6	Obligatorio	Semestral	S1

Lenguas de impartición

Español/inglés

Competencias que el estudiante adquiriere

Competencias Básicas

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

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

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

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

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

Competencias Generales
G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Ampliar y aplicar conceptos relativos a las técnicas espectroscópicas e instrumentales fundamentales en la determinación estructural de compuestos y materiales orgánicos y organometálicos.
2.- Conocer las distintas modalidades de estas técnicas y su campo de aplicación.
3.- Ser capaz de seleccionar las técnicas, diseñar experimentos y evaluar métodos de caracterización en función del problema a resolver de manera autónoma.

Contenidos

1.- Espectroscopia vibracional de IR y Raman.
2.- Espectroscopia V-UV. Espectros de absorción. Luminiscencia.
3.- Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear. Tipos de sondas: características principales y aplicaciones. Tipos de experimentos: características y utilidad.
4.- Espectrometría de masas. Técnicas, instrumentación y aplicaciones.
5.- Técnicas acopladas, GC-MS, HPLC-MS, TLC-MS, HPLC-RMN, etc.
6.- Otras técnicas: Técnicas de determinación de pesos moleculares, Técnicas electroquímicas, Técnicas de determinación de conductividades molares, Técnicas de determinación de susceptibilidades magnéticas.

ACTIVIDADES FORMATIVAS		
Actividad formativa	**Nº Horas**	**% Presencialidad**
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	30	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	20	100
AF5.- Prácticas con grandes equipos	10	100
AF6.- Trabajos dirigidos	35	0
AF7.- Estudio autónomo	50	0
AF8.- Tutorías	3	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M6.- Sesiones con equipamiento especializado
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M10.- Trabajo virtual en red

SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	**Ponderación mínima**	**Ponderación máxima**
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico- prácticas	10	20
SE2.- La realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	5	20
SE3.- La realización de trabajos de carácter práctico de forma individual o en grupo	5	10
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	65	80

Observaciones

Asignaturas Optativas

Módulo	Caracterización Estructural			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
METODOLOGÍAS FUNDAMENTALES DE SÍNTESIS	2	Optativo	Semestral	S1
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.
G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

Competencias Transversales
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u

organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.
E4. Capacidad para obtener información y evaluar el grado de riesgo, la toxicidad y las implicaciones medioambientales de los productos químicos para manejarlos de forma segura y responsable.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Desarrollar destreza en la utilización del material, el equipamiento básico y las técnicas de trabajo habituales en un laboratorio de investigación en síntesis química.
2.- Conocer las Normas de Seguridad e Higiene de un laboratorio de investigación en síntesis química.
3.- Desarrollar la capacidad de observación y de toma de decisiones.
4.- Aplicar las estrategias de síntesis orgánica e inorgánica en la preparación de compuestos moleculares.
5.- Relacionar conceptos teóricos adquiridos en su formación con hechos experimentales.
6.- Elaborar informes con rigor científico demostrando capacidad de interpretación y análisis de los resultados.

Contenidos

Se sintetizarán diversos compuestos orgánicos, inorgánicos y organometálicos haciendo uso de las metodologías sintéticas propias de laboratorios de investigación: trabajo en atmósfera inerte, caja seca, línea de vacío, disolventes anhidros, trabajo con técnicas de Schlenk y técnicas de aislamiento y purificación. Se llevarán a cabo reacciones en las que sea necesario realizar procesos de separación e identificación por cromatografía, así como la caracterización por espectroscopia de infrarrojo y RMN.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF3.- Prácticas de laboratorio	20	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	2	100
AF9.- Pruebas de evaluación: elaboración de informes	2	0

Metodologías Docentes

M4.- Sesiones de laboratorio
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico

SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	**Ponderación mínima**	**Ponderación máxima**
SE4.- Evaluación de informes del trabajo experimental.	45	60
SE5.- Habilidad experimental en el laboratorio	30	40
SE9.- Evaluación continua	10	15
Observaciones		

Módulo	**Caracterización Estructural**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS Y BASES DE DATOS	2	Optativo	Semestral	S1
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

Competencias Específicas

E4. Capacidad para obtener información y evaluar el grado de riesgo, la toxicidad y las implicaciones medioambientales de los productos químicos para manejarlos de forma segura y responsable.

E9. Capacidad para elaborar una memoria, clara y concisa, de los resultados y conclusiones derivados de un proyecto de investigación.

E10. Capacidad para exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de un proyecto de investigación.

Resultados de aprendizaje

1.- Conocer cómo acceder y manejar los distintos tipos de recursos bibliográficos disponibles.
2.- Conocer cómo planificar una búsqueda bibliográfica sobre temas de investigación concretos, seleccionando la base de datos científica adecuada.
3.- Saber analizar y clasificar la información obtenida para seleccionar lo más relevante.
4.- Conocer el manejo de gestores bibliográficos de fácil acceso para organizar la información.

Contenidos

Fuentes de información primarias y secundarias. Herramientas de búsqueda de información y construcción de la ecuación de búsqueda. Aplicación de estrategias de búsqueda y recuperación de resultados utilizando diferentes recursos bibliográficos. Catálogos de biblioteca: Roble (Universidad de Zaragoza) y Catálogo de la Red de Bibliotecas del CSIC. Bases de datos bibliográficas: productos ISI, Scopus, Science Direct. Bases de datos específicas de Química: Beilstein, Scifinder, etc. Bases propias de los editoriales: RSC, ACS, Wiley, etc. Bases de datos cristalográficas: CSD, ICSD. Patentes. Descripción y uso de gestores bibliográficos: Endnoteweb y Refworks.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	8	100
AF2.- Resolución de problemas	4	100
AF4.- Prácticas con ordenador	8	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	4	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M5.- Clases con ordenador
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima

SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	30	40
SE2.- Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	40	60
SE9.- Evaluación continua	10	20
Observaciones		

Módulo	**Caracterización Estructural**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
CRISTALOGRAFÍA Y TÉCNICAS DE DIFRACCIÓN	2	Optativo	Semestral	S2
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos

científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Conocer las bases teóricas de la difracción y de la simetría espacial.
2.- Manejar los programas informáticos habituales para el procesado de datos de difracción.
3.- Realizar el proceso completo de resolución estructural.
4.- Interpretar los datos estructurales y presentar los resultados.

Contenidos

Estructura cristalina y difracción. Simetría espacial. Tablas internacionales. Crecimiento cristalino. Equipos de medida. La toma e integración de los datos. Métodos de resolución de estructuras: métodos directos, Patterson y otros. Mapas de densidad electrónica. Refino estructural. Análisis de la estructura absoluta. Programas para la resolución y refino estructural. Validación y análisis de estructuras cristalinas.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	10	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	2	100
AF4.- Prácticas con ordenador	8	100
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	6	0
AF9.- Pruebas de evaluación	4	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M5.- Clases con ordenador
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M10.- Trabajo virtual en red

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima

SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	20	40
SE6.- Prueba de carácter práctico	50	70
SE9.- Evaluación continua	10	20
Observaciones		

Módulo	**Caracterización Estructural**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
MODELIZACIÓN MOLECULAR	2	Optativo	Semestral	S2
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.
G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas

E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.

E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.

E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.

E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.

E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Comprender los métodos de química computacional usados en el estudio de moléculas orgánicas o inorgánicas y ser capaz de usarlos adecuadamente para el estudio de la estructura molecular, las propiedades espectroscópicas y la reactividad química, incluyendo los mecanismos de reacción.

2.- Comprender la componente teórica de un estudio combinado experimental/computacional y valorar la relevancia de la aportación teórica.

3.- Comprender el concepto de superficie de energía potencial, cómo se explora y representa, y su relación con el mecanismo de una reacción.

4.- Comprender cómo los orbitales moleculares, los análisis de población electrónica, las densidades electrónicas o los potenciales electrostáticos moleculares pueden usarse en la interpretación del enlace químico y la reactividad.

5.- Comprender el papel del disolvente y la solvatación en la reactividad química y cómo puede tratarse desde un punto de vista teórico.

6.- Aplicar los conceptos derivados de la química computacional al análisis y resolución de problemas químicos, así como a la comprensión de la síntesis, estructura y reactividad de los compuestos químicos.

Contenidos

Introducción a la química computacional. Introducción al uso de entornos computacionales y programas de aplicación en química. Concepto de superficie de potencial. Métodos empíricos: Mecánica molecular, fundamentos, aplicaciones y limitaciones. Métodos teóricos químico cuánticos WFT y DFT. Estudio de resultados: Análisis de la función de onda. Propiedades moleculares. Solvatación y efecto del disolvente. Aplicaciones al estudio de la estructura, reactividad molecular y mecanismos de reacción. Uso de programas de química computacional.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	12	100

AF2.- Seminarios	2	100
AF4.- Prácticas con ordenador	6	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	2	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M5.- Clases con ordenador
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M10.- Trabajo virtual en red

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE3.- Realización de trabajos de carácter práctico de forma individual o en grupo	10	20
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	60	70

Observaciones

Módulo	Caracterización Estructural			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL AVANZADAS	4	Optativo	Semestral	S2

Lenguas de impartición

Español/inglés

Competencias que el estudiante adquiriere

Competencias Básicas

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

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

CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada,

incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Conocer y aplicar conceptos avanzados relativos a técnicas espectroscópicas e instrumentales de gran utilidad en la determinación estructural de compuestos y materiales orgánicos y organometálicos.
2.- Conocer el campo de aplicación de cada técnica y de sus distintas modalidades, así como conocer su interrelación.
3.- Ser capaz de seleccionar las técnicas, diseñar experimentos y evaluar métodos de caracterización más adecuados en cada caso, en función del problema a resolver.

Contenidos

Espectroscopia NMR de sólidos y fases blandas. Resonancia de espín electrónico. Espectroscopias de RX. Técnicas de Microscopía. Análisis Térmico. Polarimetría y Dicroísmo Circular.

ACTIVIDADES FORMATIVAS		
Actividad formativa	**Nº Horas**	**% Presencialidad**
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	24	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	10	100
AF5.- Prácticas con grandes equipos	6	100
AF6.- Trabajos dirigidos	25	0
AF7.- Estudio autónomo	30	0
AF8.- Tutorías	3	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M6.- Sesiones con equipamiento especializado
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M10.- Trabajo virtual en red

SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	**Ponderación mínima**	**Ponderación máxima**
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico- prácticas	10	25
SE2.- La realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	5	20
SE3.- La realización de trabajos de carácter práctico de forma individual o en grupo	5	10
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	50	80

Observaciones

Módulo	**Horizontes en Química Molecular y Catálisis**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
CATÁLISIS ASIMÉTRICA	2	Optativo	Semestral	S2

Lenguas de impartición

Español/inglés

Competencias que el estudiante adquiriere

Competencias Básicas

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

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

CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Conocer los principios generales de estereoquímica y estereodiferenciación en catálisis.
2.- Conocer los procesos catalíticos enantioselectivos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico.
3.- Analizar los parámetros más relevantes que caracterizan a la eficiencia de un catalizador en reacciones asimétricas.
4.- Evaluar el potencial en catálisis asimétrica de catalizadores homogéneos en función de la naturaleza de los mismos.
5- Comprender e interpretar nuevo conocimiento en catálisis asimétrica.

Contenidos

Metodologías de preparación de compuestos ópticamente activos. Catálisis asimétrica: principios generales, efectos no lineales. Catalizadores: diseño de ligandos. Reacciones catalíticas asimétricas: hidrogenación, transferencia de hidrógeno, isomerización, hidroformilación, formación de enlaces C-C, oxidación. Nuevas tendencias en catálisis asimétrica.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	15	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	2	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	10	20
SE7.- Presentación de trabajos y debate	20	30
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	50	60

Observaciones

Módulo	Horizontes en Química Molecular y Catálisis			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
QUÍMICA SUPRAMOLECULAR	2	Optativo	Semestral	S2
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u

organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Conocer y aplicar los conceptos fundamentales e identificar las interacciones básicas de la Química Supramolecular.
2.- Comprender los tipos y procesos básicos de formación de sistemas supramoleculares.
3.- Conocer los principales tipos de sistemas supramoleculares.
4.- Conocer y aplicar las metodologías más comunes de preparación de sistemas supramoleculares.
5.- Aplicar las técnicas más adecuadas para la caracterización de sistemas supramoleculares.
6.- Conocer las aplicaciones de la química supramolecular y de los sistemas supramoleculares en catálisis, sistemas biomiméticos y materiales.

Contenidos

I.- Conceptos generales: De la Química Molecular a la Química Supramolecular. Interacciones moleculares. Reconocimiento molecular.
II.- Tipos de organizaciones supramoleculares: Sistemas “host-guest” con aniones, cationes y sistemas neutros. Autoensamblaje molecular. Química supramolecular en estado sólido. Materiales blandos: Cristales líquidos, geles y agregados supramoleculares. Nanoquímica.
III.- Aplicaciones de la química supramolecular y de los sistemas supramoleculares: Reactividad molecular y catálisis. Sistemas biomiméticos. Dispositivos supramoleculares y moleculares.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	15	100
AF2.- Resolución de problemas y desarrollo de seminarios	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	2	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas

M3.- Seminarios M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas M9.- Estudio teórico y práctico
SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	10	20
SE7.- Presentación de trabajos y debate	20	30
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	50	60

Observaciones

Módulo	**Horizontes en Química Molecular y Catálisis**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
QUÍMICA DE MATERIALES AVANZADOS	2	Optativo	Semestral	S2

Lenguas de impartición

Español/inglés

Competencias que el estudiante adquiriere

Competencias Básicas

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

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

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

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

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

Competencias Generales

G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.

G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al

entorno social.

Competencias Transversales

T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas

E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Conocer materiales avanzados de interés actual, tanto de naturaleza orgánica como inorgánica.
2.- Identificar la implicación de la Química en el desarrollo actual de materiales avanzados.
3.- Conocer los fundamentos del diseño racional de estos materiales.
4.- Aplicar principios químicos novedosos a la síntesis y preparación de materiales avanzados.
5.- Evaluar las técnicas más adecuadas para la preparación y caracterización de materiales avanzados.

Contenidos

I- Conceptos generales: Introducción a los materiales avanzados y consideraciones en su diseño molecular. De la molécula al material. Técnicas experimentales relevantes para la caracterización de materiales.

II- Desarrollo sintético de materiales avanzados. Química Macromolecular: Polímeros vivos, bases sintéticas de ingeniería macromolecular, macromoléculas hiperramificadas y dendrímeros, funcionalización de macromoléculas. Materiales híbridos: Sistemas sol-gel, MOFs y otros materiales porosos. Desarrollo de nanopartículas orgánicas e inorgánicas.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	15	100
AF2.- Resolución de problemas y desarrollo de seminarios	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	2	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de forma individual o en grupo de trabajos dirigidos	10	20
SE7.- Presentación de trabajos y debate	20	30
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	50	60

Observaciones

Módulo	Horizontes en Química Molecular y Catálisis			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Curso/semestre**
QUÍMICA EN LA FRONTERA CON LA BIOLOGÍA	2	optativo	semestral	S2

Lenguas de impartición

Español/inglés

Competencias que el estudiante adquiriere

Competencias Básicas

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

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

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

sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Relacionar la estructura y propiedades químicas de productos naturales o de interés biológico.
2.- Relacionar y comprender los procesos biológicos sencillos a través de modelos químicos.
3.- Comprender los cambios en la actividad que suponen los cambios estructurales.
4.- Diseñar rutas sintéticas no biológicas para obtener moléculas de origen natural o de

interés biológico.
5.- Diseñar análogos no naturales de moléculas de origen natural o de interés biológico.
6.- Resolver problemas y cuestiones, así como defender de forma crítica los resultados obtenidos.

Contenidos

Productos naturales. Características, síntesis y aplicaciones de carbohidratos, aminoácidos, péptidos, alcaloides, terpenos y esteroides. Compuestos orgánicos e inorgánicos de interés biológico.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	15	100
AF2.- Resolución de problemas y seminarios	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	2	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

METODOLOGÍAS DOCENTES

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de trabajos dirigidos en forma individual o en grupo	10	20
SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	60	70

Observaciones

Módulo	**Horizontes en Química Molecular y Catálisis**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
QUÍMICA SOSTENIBLE Y CATÁLISIS	2	Optativo	Semestral	S2

Lenguas de impartición

Español/inglés

Competencias que el estudiante adquiriere

Competencias Básicas

CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1.Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.
T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas
E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E4. Capacidad para obtener información y evaluar el grado de riesgo, la toxicidad y las implicaciones medioambientales de los productos químicos para manejarlos de forma segura y responsable.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.

E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Conocer los principios de la química sostenible y su aplicación práctica al diseño de procesos químicos.
2.- Conocer los principales tipos de materias primas renovables, sus propiedades y aplicaciones.
3.- Identificar la importancia de la catálisis en el desarrollo sostenible.
4.- Evaluar y comparar las propiedades físico-químicas y toxicológicas de los disolventes convencionales y no convencionales.
5.- Familiarizarse con los métodos de reacción de bajo impacto ambiental y sus aplicaciones.
6.- Evaluar el grado de cumplimiento de los postulados de la química sostenible en un determinado proceso químico.

Contenidos

Conceptos básicos de química sostenible. Materias primas renovables. Energías Sostenibles. Procesos catalíticos y Química verde. Catálisis en medios de reacción alternativos: líquidos iónicos, fluidos supercríticos. Nuevos disolventes orgánicos de fuentes renovables. Organocatálisis. Reacciones activadas por medios no convencionales. Aplicaciones industriales de la química sostenible.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	15	100
AF2.- Resolución de problemas y desarrollo de seminarios	5	100
AF6.- Trabajos dirigidos	6	0
AF7.- Estudio autónomo	20	0
AF8.- Tutorías	2	100
AF9.- Pruebas de evaluación	2	100

Metodologías Docentes

M1.- Clases expositivo-participativas
M2.- Clases de problemas
M3.- Seminarios
M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE1.- Controles de resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	10	20
SE2.- Realización de forma individual o en grupo de trabajos dirigidos	10	20

SE8.- Prueba escrita consistente en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas	60	70
Observaciones		

Módulo	**Horizontes en Química Molecular y Catálisis**			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
SEMINARIOS INTERDISCIPLINARES	2	Optativo	Anual	
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación o innovación.
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales
G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.
G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

Competencias Transversales
T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.
T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.
T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares
T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.
T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

Competencias Específicas

E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.
E4. Capacidad para obtener información y evaluar el grado de riesgo, la toxicidad y las implicaciones medioambientales de los productos químicos para manejarlos de forma segura y responsable.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.

Resultados de aprendizaje

1.- Reconocer los principales avances científicos y tecnológicos
2.- Identificar las fronteras de la investigación en Química Molecular y Catálisis
3.- Aplicar las competencias adquiridas e incorporar nuevo conocimiento en el ámbito de la Química Molecular y de la Catálisis.
4.- Fomentar el interés por la investigación en Química
5.- Adquirir una visión interdisciplinar de la Química moderna

Contenidos

Esta asignatura consistirá en la asistencia a una selección de las conferencias programadas por los Institutos de Investigación, la Facultad de Ciencias y la Universidad de Zaragoza. En las conferencias se abordarán los avances más recientes en Química Molecular y Catálisis, así como aspectos de actualidad relacionados con la Ciencia en general y la Química en particular.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF1.- Adquisición de conocimientos avanzados	20	100
AF6.- Trabajos dirigidos	25	0
AF7.- Estudio autónomo		0
AF8.- Tutorías	5	100

Metodologías Docentes

M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M11.- Conferencias

SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	**Ponderación mínima**	**Ponderación máxima**
SE2.- Realización de trabajos dirigidos de forma individual o en grupo	40	60
SE9.- Evaluación continua	40	60
Observaciones		
Las actividades formativas presenciales consistirán en la asistencia a conferencias programadas relacionadas con las fronteras de la investigación en Química. La asimilación de los contenidos se facilitará mediante el análisis crítico de las conferencias en forma de resúmenes breves. Adicionalmente, se propondrá la realización de un trabajo, individual o en grupo muy reducido, relacionado con los contenidos abordados en las conferencias.		

Trabajo Fin de Máster

Módulo	Trabajo Fin de Máster			
Asignatura	**ECTS**	**Carácter**	**Anual/Semestral**	**Semestre**
TRABAJO FIN DE MÁSTER	24	Obligatorio	Anual	S1/S2
Lenguas de impartición				
Español/inglés				
Competencias que el estudiante adquiriere				

Competencias Básicas

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

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

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

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

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

Competencias Generales

G1. Capacidad para demostrar conocimiento a un nivel avanzado de los hechos esenciales, principios y teorías relacionadas con las áreas Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, con especial énfasis en los temas de investigación actuales.

G2. Capacidad para desarrollar y aplicar ideas, en un contexto de investigación, de modo que se puedan realizar aportaciones originales en Química Molecular y Catálisis, transferibles al entorno social.

G3.- Que los estudiantes sean capaces de enjuiciar y discriminar datos y resultados.

Competencias Transversales

T1. Capacidad para obtener información de distintas fuentes bibliográficas, patentes, bases de datos, etc., seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.

T2. Capacidad para aplicar herramientas informáticas, y las tecnologías de la información y la comunicación, para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional.

T3. Capacidad para trabajar con espíritu emprendedor y creatividad, ya sea de manera autónoma o en equipo, en entornos mono o interdisciplinares

T4. Capacidad de gestión, planificación y utilización eficiente del tiempo y recursos para la resolución de problemas.

T5. Capacidad para evaluar y elaborar informes, presentaciones, proyectos o artículos científicos en castellano y en inglés, en diferentes contextos de un modo eficaz y claro.

T6. Capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico y de autocrítica en la evaluación de los resultados experimentales y la fiabilidad de los mismos.

Competencias Específicas

E1. Capacidad para ampliar y utilizar el vocabulario y la terminología específica en el marco de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis.
E2. Capacidad para diseñar y sintetizar nuevas moléculas orgánicas, inorgánicas u organometálicas de interés industrial y tecnológico.
E3. Capacidad para aplicar protocolos, procedimientos y técnicas experimentales avanzadas de síntesis.
E4. Capacidad para obtener información y evaluar el grado de riesgo, la toxicidad y las implicaciones medioambientales de los productos químicos para manejarlos de forma segura y responsable.
E5. Capacidad para seleccionar y utilizar de manera autónoma distintas técnicas instrumentales y de determinación estructural, incluyendo el manejo de grandes equipos y la interpretación y validación de los resultados que se obtienen.
E6. Capacidad de comprender los principios fundamentales, los procesos catalíticos más importantes desde el punto de vista industrial y tecnológico, y las nuevas tendencias en catálisis.
E7. Comprender, interpretar e investigar los mecanismos de reacciones estequiométricas y catalíticas.
E8. Capacidad para asimilar y evaluar resultados de investigación en Química Molecular y Catálisis de forma objetiva, así como interpretarlos de forma crítica y relacionarlos con conocimientos teóricos.
E9. Capacidad para elaborar una memoria, clara y concisa, de los resultados y conclusiones derivados de un proyecto de investigación.
E10. Capacidad para exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de un proyecto de investigación.

Resultados de aprendizaje

1.- Ser capaz de desarrollar un trabajo de investigación en el ámbito de la Química Inorgánica, Organometálica, Orgánica y Catálisis, como demostración de las competencias adquiridas en la realización del Máster.
2.- Aplicar la metodología científica para desarrollar un trabajo de investigación original: búsqueda bibliográfica, diseño, planificación y desarrollo de experimentos, análisis de datos y propuestas de conclusiones.
3.- Conocer, analizar y utilizar críticamente las fuentes de bibliografía de su área de estudio.
4.- Aplicar las técnicas experimentales e instrumentales en el ámbito de la Química Molecular y la Catálisis.
5.- Capacidad para elaborar una memoria descriptiva de los resultados de investigación obtenidos.
6.- Comunicar y debatir con rigor científico los resultados del trabajo de investigación.

Contenidos

Desarrollo de un proyecto de investigación original en una línea de investigación afín a los contenidos del Máster.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
AF6.- Trabajos dirigidos	80	0
AF7.- Estudio autónomo	139	0

AF8.- Tutorías	20	100
AF9.- Pruebas de evaluación	1	100
AF10.- Trabajo de investigación	360	100

Metodologías Docentes

M7.- Trabajo dirigido individual o en grupo
M8.- Tutorías en grupo reducido o personalizadas
M9.- Estudio teórico y práctico
M12.- Proyecto

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
SE10.- Memoria del Trabajo Fin de Máster	50	60
SE11.- Exposición y defensa del Trabajo Fin de Máster	30	40
SE12.- Informe del tutor del Trabajo Fin de Máster	10	20

Observaciones

El Trabajo experimental de investigación se podrá desarrollar en los grupos de investigación adscritos al ISQCH, el ICMA y otros centros de investigación públicos o privados afines a los contenidos del Máster.
Para poder presentar y defender el Trabajo Fin de Máster el graduado tiene que haber superado el resto de las asignaturas del Máster.

5.2.4. Sistemas de evaluación

Con carácter general, el sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el artº 5 del RD 1125/2003 de 5 de septiembre (BOE de 18 de septiembre http://www.boe.es/boe/dias/2003/09/18/pdfs/A34355-34356.pdf) 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 – 4,9 Suspenso (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 http://wzar.unizar.es/servicios/primer/2matri/legis/Propia/asignaturas.pdf sobre asignación de calificaciones numéricas en los procesos de reconocimientos de créditos de asignaturas.

6. Personal académico

6.1. Personal académico disponible

Teniendo en cuenta el número de plazas ofertadas (25 plazas), la carga lectiva total estimada del Máster en Síntesis Química y Catálisis Homogénea es la siguiente:

	ECTS	nº grupos	nº horas
Asignaturas obligatorias			
créditos teóricos	21.5	1	215
créditos prácticos	2.5	3	75
Asignaturas optativas			
créditos teóricos	19.2	1	192
créditos prácticos	4.8	2	96
*Trabajo Fin de Máster**	24.0		600
Total			1178

* 24h x 25 estudiantes

El cálculo del encargo docente del Trabajo Fin de Máster no se hace desarrollando la asignatura en actividades, sino que se contabiliza tomando como referencia datos de alumnos que las han superado en el curso anterior, mediante trabajo personal o en grupo dirigido, tutelado o supervisado por los profesores. Así, tal como se recoge en la Resolución de 30 de noviembre de 2011, del Rector de la Universidad de Zaragoza, por la que se aprueba un *Texto Refundido de las directrices para el establecimiento y modificación de la Relación de Puestos de Trabajo del Personal Docente e Investigador de la Universidad de Zaragoza* publicado en el BOUZ 6-13, de 12 de junio de 2013 (http://www.unizar.es/sites/default/files/secregen/BOUZ/BOUZ%206-13.pdf), el Trabajo Fin de Máster se computa 1 hora por cada crédito ECTS superado. Por lo tanto, la carga lectiva del Máster es de 1.178 horas. Esta normativa está accesible en: http://www.unizar.es/sg/doc/4.2.TEXTOREFUNDIDO.pdf.

La docencia del Máster Universitario en Química Molecular y Catálisis Homogénea se impartirá por profesorado de los Departamentos de Química Inorgánica y Química Orgánica de la Universidad de Zaragoza. Adicionalmente se cuenta con la colaboración del personal investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) del Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH), y en menor medida, del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA), previo nombramiento como Colaboradores Extraordinarios por la Universidad de Zaragoza.

El profesorado que va impartir la docencia en el Máster pertenece a alguno de los grupos de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón que se relacionan a continuación: http://benasque.aragob.es:443/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=738998303838.

1. Química de Oro y Plata
Grupo Consolidado E77, IP: Dr. Antonio Laguna.

2. Química Inorgánica y de los Compuestos Organometálicos
Grupo Consolidado E21, IP: Dr. José María Casas del Pozo

3. Química Organometálica Aplicada
Grupo Emergente E101, IP: Dr. Mariano Laguna

4. Organometálicos y Catálisis
Grupo Consolidado E35, IP: Dr. M. Ángel Esteruelas

5. Arquitectura Molecular Inorgánica y Aplicaciones
Grupo Consolidado 70, IP: Dra. Cristina Tejel Altarriba

6. Activación Molecular a través de Organometálicos
Grupo Consolidado E97, IP: Esteban Urriolabeitia

7. Catálisis Homogénea por Compuestos Organometálicos
Grupo Consolidado E07, IP: Dr. Luis A. Oro Giral

8. Catálisis Homogénea Enantioselectiva
Grupo consolidado E63, IP: Dr. Daniel Carmona Gascón

9. Catálisis Heterogénea en Síntesis Orgánicas Selectivas
Grupo Consolidado E11, IP: Dr. J. Antonio Mayoral

10. Compuestos enantiopuros y procesos sostenibles
Grupo Emergente E102, IP: Dr. Mª Dolores Díaz de Villegas Solans

11. Aminoácidos y Péptidos
Grupo Consolidado E40, IP: Dr. Carlos Cativiela

12. Química Bioorgánica
Grupo Consolidado E-10, IP: Dr. Pedro Merino

13. Grupo de Cristales Líquidos y Polímeros
Grupo Consolidado E04; IP: Dr. José Luis Serrano Ostáriz

14. Grupo de Materiales Moleculares Electro y Fotoactivos
Grupo Consolidado E39, IP: Dr. Jesús Orduna Catalán

Los grupos de investigación 1–12 pertenecen al ISQCH, mientras que los grupos 13 y 14 están adscritos al ICMA.

Los investigadores principales de los mismos han mostrado su apoyo expreso a este Máster, así como la disponibilidad de sus miembros para impartir docencia en el mismo, si los Departamentos así lo requieren. También se comprometen a tutelar y acoger a los estudiantes del Máster en sus laboratorios de investigación para realizar el Trabajo Fin de Máster.

En el curso académico 2012-2013, 8 investigadores del CSIC de los grupos de investigación han solicitado el nombramiento y/o renovación como Colaboradores Extraordinarios para impartir docencia en el Máster Universitario en Investigación Química. Es de esperar que para el curso académico 2014–2015, curso en el que está prevista la implantación del

Máster, el número de investigadores habilitados para colaborar en la impartición del Máster sea bastante superior. La colaboración del personal investigador del CSIC es particularmente enriquecedora dado el perfil académico-investigador del Máster.

El nombramiento de Colaboradores Extraordinarios en la Universidad de Zaragoza está sujeto a la siguiente normativa:

- Acuerdo de 17 de febrero de 2005 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, por el que se aprueba el *Reglamento sobre colaboradores extraordinarios:* http://www.unizar.es/sg/acuerdos/17feb05/colabExtraordinarios.pdf, publicado en el BOUZ 32 de 7 de marzo de 2005 (http://www.unizar.es/sg/bouz/BOUZ32.pdf).
- Acuerdo de 19 de octubre de 2005 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, por el que se delega en la Comisión Permanente el nombramiento y renovación de colaboradores extraordinarios: http://www.unizar.es/sg/acuerdos/19oct05/delColbExtenCP.pdf publicado en el BOUZ 37, de 26 de octubre de 2005 (http://www.unizar.es/sg/bouz/BOUZ37.pdf).

Personal académico: categoría profesional

Para la docencia de las distintas asignaturas se cuenta con 82 profesores, de los cuales 47 son personal permanente de la Universidad de Zaragoza (57 %), 27 son personal permanente del CSIC (33 %) y 8 son profesores o investigadores contratados no permanentes (10 %). Todo el profesorado tiene el título de doctor con dedicación a tiempo completo. La siguiente tabla muestra la distribución por categorías del personal de la Universidad de Zaragoza y del CSIC.

Universidad	Nº	CSIC	Nº
CU	13	PIN	7
CEU	1	INV	11
TU	26	CT	9
P-CTR-Dr	7		
P-AYU-Dr	2		
IC-RyC	1	IC-RyC	0
IC-JdC	2	IC-JdC	1
IC-ARAID	2	IC-ARAID	0
Total	54	*Total*	28

CU, Catedrático Universidad; TU, Titular Universidad; CEU, Catedrático de Escuela Universitaria; PIN, Profesor de Investigación; INV, Investigador; CT, Científico Titular; P-CTR-Dr, Profesor Contratado Doctor; P-AYU-Dr, Profesor, Ayudante Doctor; IC-RyC, Investigador Ramón y Cajal; IC-JdC, Investigador Juan de la Cierva; IC-ARAID, Investigador Fundación ARAID.

El personal permanente de la Universidad de Zaragoza está compuesto por profesores catedráticos de universidad (30 %), profesores titulares de universidad (55 %) y profesores contratados doctores (15 %). El profesorado del CSIC está compuesto por profesores de investigación (26 %), investigadores científicos (41 %) y científicos titulares (33 %). Entre el

personal permanente de la Universidad de Zaragoza se incluyen 7 profesores contratados doctores, 6 de ellos de carácter investigador. Por último, el personal no permanente está constituido por profesores ayudantes doctores, e investigadores de los programas Ramón y Cajal, Juan de la Cierva y de la Fundación ARAID (Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y Desarrollo).

La distribución porcentual aproximada de las horas de docencia entre ambos colectivos será: 70% personal permanente de la Universidad de Zaragoza y 30% del personal permanente del CSIC. El personal no permanente colaborará, preferentemente, en la supervisión y ejecución de los Trabajos Fin de Máster.

Experiencia docente e investigadora

El profesorado disponible para la docencia del Máster tiene experiencia docente e investigadora acreditada y son expertos en la temática de las materias que se imparten en el Máster, lo que garantiza un alto nivel de calidad. La siguiente tabla muestra el número de quinquenios de docencia y sexenios de investigación reconocidos del personal permanente de la Universidad de Zaragoza y del CSIC, excluidos los profesores contratados doctores.

	nº de quinquenios o sexenios					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**≥ 6**
Quinquenios docencia						
Universidad de Zaragoza	1	1	3	10	14	11
CSIC	0	1	5	8	7	6
Sexenios investigación						
Universidad de Zaragoza	0	6	9	15	5	5
CSIC		1	9	10	4	3

El 57 % del profesorado permanente tiene 5 ó más quinquenios de docencia; el 39 % tiene 3 ó 4 quinquenios y el 4 % tiene 1 ó 2 quinquenios. La experiencia docente de este profesorado se ha desarrollado, principalmente, en las titulaciones de Química, Licenciatura y Grado, en los Másteres en Investigación Química y en Química Sostenible, y en la impartición de cursos especializados de posgrado y doctorado.

El profesorado del Máster desarrolla una intensa actividad investigadora de calidad. El 25 % del profesorado permanente tiene reconocidos 5 ó 6 sexenios de investigación, el 64 % cuenta con 3 ó 4 sexenios y el 10 % tiene reconocidos 1 ó 2 sexenios.

El nivel de investigación del profesorado queda avalado por el número y calidad de sus publicaciones científicas tanto en revistas generalistas como específicas. En concreto, la investigación desarrollada en el Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH) los últimos 2 años (2011/12) años ha dado lugar a 258 publicaciones en el área de Química en revistas de reconocido prestigio con un alto factor de impacto, entre las que destacan: *Chemical Reviews, Chemistry Society Reviews, Angewandte Chemie, Journal of the American Chemical Society, Chemical Communications, Chemistry: An European, Inorganic Chemistry, Organometallics, Journal of Organic Chemistry, ACS Catalysis, Green Chemistry, Macromolecules, etc.* Otro indicador de la calidad de la investigación desarrollada en el Instituto es el índice h. Más de 20 investigadores tienen un índice h > 25, y algunos de ellos se encuentran entre los más altos a nivel nacional (h > 50). Durante este

periodo se han registrado 6 patentes. Parámetros similares pueden destacarse en le profesorado del ICMA implicado en la docencia de este master, cuya investigación en los últimos 2 años (2011/12) años ha dado lugar a 58 publicaciones en el área de Química en revistas de reconocido prestigio con un alto factor de impacto como las anteriormente citadas, así como en el ámbito de Ciencia de Materiales de significativo contenido químico: *Chemistry of Materials, Journal of Materials Chemistry, Macromolecules, European Polymer Journal, Langmuir, Soft Mater, etc.*

Estos datos indican que el personal docente de que se dispone para cubrir las necesidades docentes del Máster es más que suficiente en cuanto a su número y cualificación, adecuándose perfectamente a las necesidades y exigencias del Máster Universitario en Síntesis Química y Catálisis Homogénea. Para la supervisión del Trabajo Fin de Máster se cuenta con la colaboración del personal contratado investigador y de los becarios de investigación.

La colaboración en la docencia del personal contratado investigador y de los becarios de investigación o beneficiarios de ayudas públicas para la investigación está regulada por el Acuerdo de 17 de febrero de 2005 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza (BOUZ 32 de 7 de marzo de 2005, http://www.unizar.es/sg/bouz/BOUZ32.pdf) y está accesible en: http://www.unizar.es/sg/acuerdos/17feb05/colaboracionDocenciaInvest.pdf

Líneas de investigación

El profesorado del Máster desarrolla proyectos de investigación relacionados con la síntesis, estructura, propiedades y aplicaciones de compuestos orgánicos e inorgánicos, así como en el desarrollo de catalizadores para procesos químicos selectivos. En particular, los investigadores potencialmente involucrados en la docencia del Máster desarrollan las siguientes líneas y sublíneas de investigación:

1.- Síntesis, estructura y aplicaciones de compuestos organometálicos y de coordinación

- Diseño de compuestos de coordinación con propiedades de interés
- Diseño de sistemas moleculares y supramoleculares basados en metales de transición
- Química Organometálica aplicada

2.- Catálisis y procesos catalíticos

- Catálisis heterogénea y bifásica
- Compuestos orgánicos enantiopuros y catálisis
- Catálisis homogénea por compuestos organometálicos
- Catálisis estereoselectiva
- Mecanismos de reacción en Química Organometálica y catálisis

3.- Síntesis y estructura de biomoléculas

- Aminoácidos y péptidos: diseño, síntesis y análisis estructural
- Síntesis asimétrica y aplicaciones en Química Biorgánica

4.- Formación y ruptura de enlaces promovida por compuestos organometálicos

- Formación y ruptura de enlaces C-H, C-C y C-Heteroátomo
- Activación molecular por compuestos organometálicos

5.- Materiales orgánicos funcionales

- Materiales orgánicos-autoorganizados
- Polímeros orgánicos de estructura controlada
- Dendrímeros funcionales
- Electrónica molecular

Los grupos de investigación comprometidos con la docencia del Máster obtienen regularmente financiación competitiva en diferentes convocatorias de carácter público. En el año 2012 los recursos obtenidos por los investigadores del ISQCH ascendieron a 1.515 M€, de los cuales el 85% corresponde a proyectos nacionales financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO). El resto corresponde a proyectos regionales y europeos, financiados por el Gobierno de Aragón y la Unión Europea, respectívamente. El ISQCH participa en las redes Europeas: NANO-HOST, *Homogeneous Supported Catalyst Technologies: the sustainable approach to highly-selective, fine chemicals production*, e IDECAT, *European Network of Excellence* financiadas por la Unión Europea.

Los investigadores de ambos Institutos colaboran estrechamente con el sector productivo a través de contratos y convenios, gestionados generalmente por la OTRI (Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación de la Universidad de Zaragoza). La financiación obtenida por este concepto en 2012 asciende a 500 M€. Algunas empresas representativas con las que se ha establecido una colaboración son: FMC FORET, S.A.; MEDOP INNOVATION, A.I.E.; UNIVERSAL DISPLAY CORPORATION; AXEB BIOTECH, S.L.; ROLABO OUTSOURCING, S.L.; DECOROIL, S.L.; ARACOMPOS I, S.L.; ENERGÍAS LIMPIAS ALTERNATIVAS, S.L., ICT IBERICA S.L., Z-FOAM ESPAÑA S.L., BSH Electrodomésticos España. S.A. y MERCK-UK Ltd.

6.2. Otros recursos humanos disponibles

La titulación contará con el apoyo del personal de administración y servicios adscrito a la Facultad de Ciencias. En particular, con el personal administrativo y los técnicos de laboratorio de los Departamentos de Química Inorgánica y Química Orgánica. Adicionalmente, se cuenta con la colaboración del Personal Técnico y de Administración del Centro de Química y Materiales de Aragón (CEQMA), centro administrativo y de servicios del ISQCH y del IICMA. El personal adscrito a los servicios científicos de los Institutos colaborará, cuando así sea necesario, en la preparación de las prácticas de laboratorio, demostraciones y manejo de la instrumentación científica especializada.

Personal administrativo de los Departamentos universitarios	3
Técnicos de laboratorio de Departamentos universitarios	5
Personal Técnico del Servicio de Cromatografía y Espectroscopia	1
Personal Técnico del Servicio de Análisis Térmico	1
Personal Técnico del Servicio de Resonancia Magnética Nuclear	2
Personal Técnico del Servicio de Espectrometría de Masas	3

Personal Técnico del Servicio de Análisis Estructural por Difracción de Rayos-X	1
Personal Técnico del Servicio de Microanálisis	2

La experiencia, cualificación y conocimientos del personal técnico de ambos Institutos de Investigación garantizan una formación de alto nivel en instrumentación científica.

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

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

Estos principios, ya contemplados en normativas de rango superior (artículos 9.2, 10, 14 y 49 de la Constitución Española; ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres; ley 51/200, 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).

6.3.1. Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres

La Universidad de Zaragoza ha creado el Observatorio de Igualdad de Género, dependiente del Vicerrectorado de Cultura y Política Social, que tiene como objetivo prioritario la promoción de la igualdad de oportunidades de todas las personas que forman la comunidad universitaria: alumnado, profesorado y personal de administración y servicios: http://www.unizar.es/gobierno/vr_institucionales/observatorio/index.html

Las principales funciones del Observatorio son:

- Analizar y publicitar la posición de hombres y mujeres, así como realizar un seguimiento de su evolución, elaborando un plan de igualdad para la Universidad de Zaragoza.
- Facilitar la formación transversal en igualdad de oportunidades para toda la comunidad universitaria y la sensibilización en todos los sectores universitarios.
- Promover la equidad en acceso a estudios de grado y máster de las y los estudiantes.
- Aumentar la corresponsabilidad y la conciliación de la vida profesional y familiar.
- Garantizar la promoción equitativa de mujeres y hombres en las carreras profesionales tanto de personal docente e investigador, como de administración de servicios.

6.3.2. Mecanismos para asegurar la no discriminación de personas con discapacidad

El artículo 59.1 de la Ley 7/2007, de 12 de abril, del Estatuto Básico del Empleado Público, establece que las Administraciones en sus ofertas de empleo público, reservarán un cupo no inferior al 5% de las vacantes para ser cubiertas entre personas con discapacidad. En cumplimento de esta norma, el Pacto del Personal Funcionario de la UZ en su artículo 25.2 establece la reserva de un 5% en los procesos de selección del Personal de Administración y Servicios. Para el PDI y PI 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.

Así mismo, 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.

Para atender más adecuadamente a toda la problemática relacionada con la discapacidad, la Universidad de Zaragoza dispone de la Oficina Universitaria de Atención a la Discapacidad (OUAD, http://ouad.unizar.es/). Esta Oficina, dependiente del Vicerrectorado de Estudiantes y Empleo, tiene como objetivo 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.

La OUAD proporciona atención directa, individual y personalizada a toda la comunidad universitaria, estudiantes, profesores y personal de Administración y Servicios, ofreciendo un espacio donde plantear dudas y necesidades y recoger sugerencias para ofrecer un servicio de calidad. El objetivo principal de la oficina es la normalización del estudiante con discapacidad en la vida universitaria, a través del asesoramiento, la formación y la información.

7. Recursos materiales y servicios

7.1 Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

El Máster Universitario en Síntesis Química y Catálisis Homogénea se impartirá en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. La Facultad de Ciencias se distribuye en cuatro edificios de los que previsiblemente se utilizarán dos, los edificios A y D. El edificio D acoge la mayor parte de las dependencias y servicios de la sección de Químicas (sedes de los departamentos, laboratorios docentes y de investigación, despachos de los profesores, etc.) y varias aulas para clases teóricas. El edificio A acoge los servicios administrativos centrales de la Facultad y el resto de aulas disponibles para clases teóricas. Los edificios A y D están unidos entre sí por las plantas baja y primera a través de dos amplios pasillos en cada una, lo que permite transitar libremente de un edificio a otro.

Los medios materiales y servicios disponibles en la Facultad de Ciencias se complementan con la infraestructura científica del Centro de Química y Materiales de Aragón (CEQMA), y la propia de los grupos de investigación pertenecientes al ISQCH y al ICMA implicados en las actividades formativas del Máster.

Recursos Materiales

Aulas

La impartición de las clases teóricas del Máster se llevará a cabo en las aulas disponibles de ambos edificios que asigne el Vicedecanato de Ordenación Académica. El tamaño y capacidad de las aulas es muy variable, aunque el número de alumnos del Máster aconseja la utilización de un aula pequeña. El edificio A alberga una Sala de Grados, con capacidad para 110 personas, que se usa para conferencias, presentaciones de tesis doctorales y otros actos académicos y públicos. Todas las aulas disponen de pizarra, retroproyector, proyector de vídeo, conexión a Internet y cobertura de red WiFi. La calefacción, la iluminación y la acústica de las mismas son adecuadas. El edificio D cuenta con un aula de seminarios diseñada específicamente para facilitar la interacción grupal ya que está equipada con mesas móviles que permiten la configuración de grupos reducidos.

Aulas de informática

Las clases prácticas de ordenador se desarrollarán en una Aula de informática. La Facultad cuenta con un total de 8 aulas de informática para uso docente equipadas con 20 ordenadores por aula. Las aulas de informática disponen de aire acondicionado.

Laboratorios

Las prácticas de laboratorio se desarrollarán preferentemente en el laboratorio de docencia de los Departamentos de Química Orgánica y Química Inorgánica. Los Trabajos de Fin de Máster se llevarán a cabo en los laboratorios de investigación de los diferentes grupos participantes en el Máster. Los grupos de investigación cuentan con la financiación necesaria para el desarrollo de los Trabajos Fin de Máster a través de los proyectos financiados por organismos públicos, así como de contratos con empresas del sector químico, farmacéutico o tecnológico.

Los alumnos del Máster compartirán dichos laboratorios con investigadores permanentes o contratados y con estudiantes de doctorado. Los grupos de investigación desarrollan su trabajo en 25 laboratorios de investigación de más de 60 m^2 perfectamente equipados para llevar a cabo investigación de vanguardia en síntesis química, reactividad y catálisis. En particular, síntesis en atmósfera inerte, autoclaves, multireactores, etc.

Salas de trabajo y estudio

El edificio A cuenta con una sala específica de estudio de 72 plazas, con calefacción, refrigeración, y buena iluminación y acústica. Adicionalmente, las zonas de paso de la Facultad, con una gran amplitud de pasillos, se han equipado para uso de los estudiantes. Estos espacios son adecuados para trabajar en grupo, o para comentar ejercicios y problemas entre los alumnos, ya que no se exige el nivel de silencio de la biblioteca o sala de estudio. Suman más de 90 plazas en los edificios A y D, y están situadas en zonas amplias de buena iluminación con acceso a la red WiFi de la Facultad.

Despachos y tutorías

Las tutorías individuales con los alumnos se atenderán habitualmente en los despachos de los profesores. La mayoría de los profesores de la titulación tienen sus despachos en el edificio D.

Todos los espacios necesarios para desarrollar las actividades formativas del Máster observan los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos que garantizan el acceso de las personas con discapacidad, tal como se describe más adelante.

Servicios

Biblioteca

La biblioteca de la Universidad de Zaragoza (BUZ) presta sus servicios a través de una red compuesta por bibliotecas de campus, intercentros, de centro y otras unidades de tipo general o especializado, repartidos a lo largo de los 6 Campus ubicados en las ciudades de Zaragoza (San Francisco, Plaza Paraíso, Río Ebro y Veterinaria), Huesca y Teruel.

La biblioteca del edificio D de la Facultad de Ciencias, una de las tres secciones que componen la Biblioteca de la Facultad de Ciencias, tiene una superficie total de 1.171 m^2 distribuida en dos plantas iguales. La planta baja contiene la sala de lectura (480 m^2, 248 plazas), una sala de consulta de revistas de la hemeroteca, una sala de consulta de bases de datos y las dependencias del personal. La planta sótano contiene los fondos de la hemeroteca. La consulta del catálogo así como de las bases de datos se puede hacer a través de la página Web de la biblioteca. En la sala de lectura se dispone de varios ordenadores de acceso libre y otros específicos para la consulta de bases de datos. La biblioteca dispone de un importante número de volúmenes y acceso electrónico a las principales revistas electrónicas y bases de datos de Química. Las características y equipamientos son adecuados, contando con calefacción, refrigeración y buena iluminación.

La biblioteca proporciona además los servicios de préstamo a domicilio, información general y especializada y cursos de formación. La consulta del catálogo y bases de datos, la lectura de revistas y libros electrónicos, las reservas y renovaciones de libros, así como las consultas de información pueden también efectuarse desde el propio domicilio, accediendo a través de Internet a la página Web de la biblioteca (http://biblioteca.unizar.es).

El Departamento de Química Inorgánica dispone de una biblioteca con diversas colecciones, enciclopedias y bibliografía especializada en Química Inorgánica, Química de Coordinación, Química Organometálica y Catálisis.

Cafetería/Comedor

La Facultad dispone de un servicio de cafetería y comedor de autoservicio. Oferta de comidas especiales, previo acuerdo, en zona reservada.

Reprografía

La Facultad de Ciencias cuenta con un taller de reprografía en el edificio A adscrito al Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza (http://wzar.unizar.es/spub/).

Red WiFi

La Facultad de Ciencias dispone de una red inalámbrica que permite el acceso a Internet con dispositivos móviles como ordenadores portátiles o PDAs.

Equipamiento científico

Los Institutos Universitarios ISQCH e ICMA, así como el Centro de Química y Materiales de Aragón (CEQMA), ponen al servicio docente del Máster, instrumentación científica de última generación, así como el personal técnico responsable de la misma. Las prácticas de laboratorio con instrumentación propia de los institutos evitarán interferir con las actividades de investigación desarrolladas en estos centros.

La relación del diverso equipamiento científico, clasificado en función de su naturaleza, es la siguiente:

Equipamiento de síntesis y catálisis
Cajas secas, reactores a presión, sistemas de purificación de disolventes, sistemas de trabajo con técnicas de Schlenk.

Equipamiento de caracterización estructural
Espectrómetros de RMN para líquidos
Espectrómetros de RMN para sólidos y fases blandas
Difracción de Rayos X
Espectrometría de masas: MALDI, ES

Equipamiento de análisis cromatográfico
Cromatografía de gases (GC)
Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con diferentes detectores

Equipamiento espectroscópico
Espectrofotómetros IR y Raman
Espectrofotómetros visible-ultravioleta
Polarímetros, espectropolarímetro de Dicroísmo Circular
Espectrómetro de dicroísmo circular vibracional (VCD)

Equipamiento de análisis térmico
Calorímetros diferenciales de barrido
Análisis termogravimétrico

Equipamiento de cálculo científico

Clúster informático

En la Facultad de Ciencias también se ubican algunos de los Servicios de Apoyo a la Investigación http://sai.unizar.es/), que están constituidos por laboratorios y talleres de naturaleza interdisciplinar, dotados con personal propio, que dan servicio a los centros y departamentos. En la sección de Química los servicios más utilizados son los siguientes: Servicio de soplado de vidrio, Servicio de instrumentación científica, Servicio de líquidos criogénicos, Servicio central de análisis y el Servicio de microscopia electrónica.

No se prevé la necesidad de dotar de nuevas infraestructuras o servicios para garantizar la impartición del Máster.

Criterios de accesibilidad universal

La Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, se basa y pone de relieve los conceptos de no discriminación, acción positiva y accesibilidad universal. La ley prevé, además, la regulación de los efectos de la lengua de signos, el reforzamiento del diálogo social con las asociaciones representativas de las personas con discapacidad mediante su inclusión en el Real Patronato y la creación del Consejo Nacional de la Discapacidad, y el establecimiento de un calendario de accesibilidad por ley para todos los entornos, productos y servicios nuevos o ya existentes.

La ley 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. Por último, 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. Un objetivo prioritario desde finales de los años 80 ha sido el convertir los edificios universitarios y su entorno de ingreso en accesibles mediante la eliminación de barreras arquitectónicas. En este sentido, la Universidad suscribió diferentes convenios para desarrollar programas de eliminación de barreras arquitectónicas y se puede afirmar que la Universidad de Zaragoza no presenta deficiencias reseñables en la accesibilidad física de sus construcciones. Además, en los convenios reseñados, existían epígrafes específicos de acomodo de mobiliario y medios 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, la Universidad tiene en cuenta el resto de la normativa estatal, autonómica y local vigente en materia de accesibilidad.

Revisión y mantenimiento

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. 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 más de treinta personas pertenecientes a la plantilla de la Universidad, distribuidos entre los seis Campus actuales: San Francisco, Plaza Paraíso, Río Ebro, Veterinaria, Huesca y Teruel. En cada Campus existe un Jefe de Mantenimiento y una serie de técnicos y oficiales de distintos gremios. Esta estructura se engloba bajo el nombre de Unidad de Ingeniería y Mantenimiento que está dirigida por un Ingeniero Superior. Desde esta unidad se presta servicio en materia de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones de cada uno de los edificios. Adicionalmente, 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, y de otras empresas especializadas en distintos tipos de instalaciones con el fin de prestar una atención específica.

La Facultad de Ciencias, a través de Vicedecanato de Infraestructuras y Prevención de Riesgos Laborales, lleva a cabo el control, mantenimiento, ampliación y actualización permanente de los equipos e infraestructuras asociados a sus servicios, ya que es un aspecto esencial para el óptimo desarrollo de las actividades formativas. En este sentido, la Facultad ha establecido protocolos que permiten evaluar el estado de sus instalaciones y equipos con objeto de detectar cualquier anomalía que pueda incidir en el desarrollo óptimo de las actividades formativas. La Comisión de Garantía de la Calidad del Máster será responsable de detectar las deficiencias en las instalaciones 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.

8. Resultados previstos

8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

La estimación de los valores cuantitativos de los indicadores: *tasa de graduación*, abandono y eficiencia, puede aproximarse a partir de los datos disponibles para los Másteres en Investigación Química y en Química Sostenible que se han venido impartiendo en la Facultad de Ciencias en los últimos cursos académicos.

La *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 con su cohorte de entrada, para las promociones de las que se dispone de datos es del 90-100%. Es decir, prácticamente todos los alumnos matriculados inicialmente terminan sus estudios en el tiempo previsto. La *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, está en el rango 0-10%.

La *tasa de éxito*, definida como la relación porcentual entre el número total de créditos ordinarios superados por los estudiantes y el número total de créditos ordinarios presentados por los mismos, es del 100% en ambos Másteres. Así mismo, la *tasa de rendimiento*, definida como la relación porcentual entre el número total de créditos ordinarios superados por los estudiantes de una asignatura y el número total de créditos ordinarios matriculados por los mismos, es prácticamente del 100%

Los valores de los indicadores para los dos Másteres que con una clara orientación química se imparten actualmente en la Facultad de Ciencias, permiten hacer la siguiente estimación:

- Tasa de graduación: 92%
- Tasa de abandono: 8%
- Tasa de eficiencia: 100%

El Máster que se propone está orientado a satisfacer las necesidades de formación de los estudiantes que desean prepararse como investigadores y profesionales en el ámbito de la química molecular y sus aplicaciones. La elevada *tasa de graduación* que se propone es compatible con el perfil de los estudiantes que acceden a este tipo de titulaciones, personas motivadas con inquietud intelectual, iniciativa, capacidad de trabajo y dedicación, con una clara vocación tanto investigadora como profesional. Sin embargo, siempre es posible que algún alumno deba abandonar sus estudios por motivos extraacadémicos, por lo que consideramos más prudente estimar una *tasa de abandono* igual o inferior al 8%.

Dado el carácter del Máster, con una duración de un curso académico y enseñanza presencial, es muy probable que los alumnos se matriculen de todas las asignaturas de los respectivos módulos, salvo que opten por la opción de cursar el Máster a tiempo parcial. Por ello, la *tasa de eficiencia*, definida como la relación porcentual entre el número total de créditos teóricos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de estudiantes graduados en un determinado curso académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse, es de esperar que sea también próxima al 100%.

8.2 Progreso y resultados de aprendizaje

La Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación es la instancia que tiene como misión 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.

En el Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje 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. Este informe está basado en la observación de las tasas y los resultados obtenidos por los estudiantes, en sus evaluaciones en los diferentes módulos o materias, así como en las conclusiones de la Evaluación de la satisfacción y de la calidad de la experiencia de los estudiantes, evaluación de la satisfacción de los colectivos de PDI y PAS implicados en la titulación, y de las reuniones de grupos de estudiantes y/o profesores convocadas por el Coordinador(a) del Máster.

El Informe de Evaluación deberá hacer un diagnóstico de la titulación en aspectos claves que afectan al proceso formativo: calidad de las guías docentes y adecuación a lo dispuesto en el proyecto de la titulación, análisis de los indicadores de resultados del título, conformidad del desarrollo de la docencia con respecto a la planificación contenida en las guías docentes, coordinación y calidad general de las actividades de aprendizaje que se ofrecen al estudiante, calidad en la interacción entre los agentes implicados en el título, calidad de la organización y administración académica, y formación en las competencias genéricas.

Adicionalmente, la Comisión encargada de juzgar los Trabajos Fin de Máster realizará una valoración de las competencias propias del título mostradas por los estudiantes. Los resultados permitirán realizar una valoración general del progreso y de los resultados de aprendizaje de los estudiantes de la titulación.

9. Sistema de garantía de calidad

La Universidad de Zaragoza, en Consejo de Gobierno de 15 de mayo de 2009, aprobó el Reglamento de la Organización y Gestión de la calidad de los Estudios de Grado y Máster, que regula los órganos y procedimientos encargados de asegurar la coordinación y gestión de calidad en los Grados y Máster. Este reglamento fue publicado en el BOUZ 08-09 de 21 de mayo de 2009 y está accesible en http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ08-09_002.pdf.

El Reglamento establece un Sistema Interno de Gestión de la Calidad (SIGC) que está formado por el conjunto de agentes e instrumentos que garantizan la coordinación y los procesos de evaluación y mejora continua de la calidad de la titulación.

9.1 Responsables del Sistema de Garantía de Calidad del plan de estudios

Los agentes del Sistema Interno de Gestión de la Calidad (SIGC) que establece el citado Reglamento son los siguientes:

a) La Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación.

Es el órgano mediante el cual la junta o consejo del centro ejerce el control y la garantía de calidad de una titulación. Esta comisión tiene como misión ejercer de forma efectiva la responsabilidad de la calidad de la titulación en todos sus aspectos de planificación, organización, docencia y evaluación, así como de la garantía de la adecuación de las acciones del coordinador, y de la aprobación de las propuestas de modificación y mejora.

Esta Comisión de Garantía de Calidad depende, a todos los efectos, de la junta o consejo del centro responsable de los estudios, que establecerá su composición, procedimiento de nombramiento y renovación, normas y criterios de funcionamiento. La Junta de Facultad de Ciencias de 9 de diciembre de 2009 aprobó la Normativa de composición y funciones de las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Facultad de Ciencias. Esta normativa está accesible en:
https://ciencias.unizar.es/aux/general/NormativaCGC.pdf.

b) Coordinador(a) de Titulación.

Es el responsable de la gestión, coordinación y mejora de las enseñanzas del título, con el fin de asegurar la aplicación más adecuada de lo dispuesto en el Proyecto de Titulación, y el garante de la ejecución de los procesos de evaluación y mejora continua previstos en su Sistema Interno de Gestión de Calidad.

c) La Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación.

Es la instancia que tiene como objeto realizar la evaluación anual de la titulación para su consideración por el Coordinador y por la Comisión de Garantía de la Calidad a efectos de las correspondientes propuestas de modificación y mejora.

d) La Comisión de Estudios de Grado y la Comisión de Estudios de Postgrado de la Universidad.

Son, respectivamente, los órganos garantes de la calidad general de las titulaciones de

grado y máster de la Universidad de Zaragoza y de la supervisión del cumplimiento de lo dispuesto en su Sistema de Gestión de Calidad.

e) El Defensor Universitario.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 89.2 de los Estatutos de la Universidad de Zaragoza, en su condición de garante de la calidad universitaria en todos sus ámbitos, el Defensor Universitario, mediante los procedimientos señalados en el artículo 93.4 y 5, tomará las iniciativas y establecerá los procedimientos que considere más adecuados para el apoyo a las distintas comisiones vinculadas a la gestión de la calidad de las titulaciones de Grado y Máster.

Los instrumentos del Sistema Interno de Gestión de la Calidad de la titulación son:

a) El Proyecto de la Titulación.

Es el documento público que contiene los objetivos y competencias que definen el título, la planificación de sus enseñanzas, los recursos para su desarrollo y el funcionamiento de su sistema de aseguramiento y mejora de la calidad. El Proyecto de Titulación se complementará con las guías docentes de módulos y asignaturas.

b) El Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje.

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.

c) El Plan Anual de Innovación y Calidad.

Documento elaborado por el Coordinador a partir de las conclusiones del Informe Anual de la Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje con las propuestas de modificación y acciones de mejora que se consideren adecuadas. Este documento debe ser aprobado por la Comisión de Garantía de la Calidad.

d) El Manual de Calidad para las Titulaciones de la Universidad de Zaragoza.

Documento elaborado por el Rector y su Consejo de Dirección que contiene las directrices para el funcionamiento del Sistema Interno de Gestión de la Calidad de las diferentes titulaciones.

9.2 Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado

La Unidad Técnica de Calidad y Racionalización de la Universidad de Zaragoza ha establecido diversos procedimientos que afectan al funcionamiento del Sistema Interno de Gestión de la Calidad (SIGC) de las titulaciones, así como a la organización, información y evaluación de las mismas. Estos procedimientos pueden consultarse en: http://www.unizar.es/innovacion/calidad/procedimientos.html.

El funcionamiento de los agentes del Sistema Interno de Gestión de la Calidad (SIGC) está regulado por los siguientes procedimientos:

Q111
Procedimiento para el nombramiento y renovación de los agentes del sistema de calidad de las titulaciones

Regula el proceso de nombramiento, constitución, cese y renovación de la Comisión de Garantía, Coordinador y Comisión de Evaluación de la calidad de la titulación.

Q212
Procedimiento de evaluación de la calidad de la titulación

Regula la forma de actuación de la Comisión de Evaluación de la Calidad en lo que se refiere a sus tareas de evaluación de la calidad de la titulación y, en particular, a la elaboración del Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje.

Q214
Procedimiento de actuación de la CGC y de aprobación de modificaciones, directrices y planes

Regula la forma de actuación de la Comisión de Garantía de la calidad en la convocatoria y celebración de sus sesiones y en la toma de acuerdos de forma general y en aspectos tales como: el reconocimiento de créditos, la elaboración y aprobación del Plan anual de innovación y mejora, la aprobación de propuestas de modificación y de documentos de Criterios y directrices para la aplicación del Proyecto de titulación.

Q316
Procedimiento de planificación de la docencia y elaboración de las guías docentes

Regula la forma en que se lleva a cabo la planificación detallada de la docencia a través de las guías docentes. Se describe el proceso de elaboración de las guías docentes de módulo y de asignatura, los contenidos de los bloques de las guías docentes de asignatura, así como los procesos de aprobación, evaluación y revisión de las mismas.

9.3 Procedimiento para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad

La Universidad de Zaragoza ha establecido los siguientes procedimientos para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad:

Q311
Procedimiento de gestión y evaluación de los practicum

Establece las formas de actuación de los agentes involucrados en la gestión y evaluación de las prácticas externas integradas en los Planes de Estudios de los títulos impartidos en la Universidad de Zaragoza, y define los contenidos y requisitos mínimos de dichas prácticas.

Q312
Procedimiento de gestión y evaluación de las acciones de movilidad de los estudiantes

Regula las actuaciones que han de llevarse a cabo para lograr una adecuada gestión y evaluación de los programas de movilidad destinados a los estudiantes de la Universidad de Zaragoza.

En lo que respecta al Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea, estos procedimientos afectan exclusivamente a la realización del Trabajo Fin de Máster ya que la

organización del Plan de Estudios contempla la posibilidad de que éste sea realizado en una empresa que desarrolle su actividad en una temática afín a los contenidos del Máster.

9.4 Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los egresados y de la satisfacción con la formación recibida.

La Universidad de Zaragoza ha establecido los siguientes procedimientos de seguimiento de la inserción laboral y satisfacción de los egresados:

Q224
Procedimiento de seguimiento de la inserción laboral y de la satisfacción con la formación recibida

Regula el modo en el que se realiza el seguimiento de la inserción laboral de los egresados, incluyendo la recogida de la información y el posterior tratamiento y análisis de la misma por los responsables de la calidad de las titulaciones.

Los responsables de los sistemas de garantía de calidad del Máster llevarán a cabo un seguimiento del desarrollo profesional posterior de los egresados mediante la realización de las preceptivas encuestas en las que, adicionalmente, se les demandará su opinión sobre la formación recibida y la adecuación de ésta en el desempeño de sus labores profesionales. Por otra parte, se facilitará la incorporación de los egresados al registro de antiguos estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Este portal es una vía de comunicación y contacto ágil con todos los egresados de las diferentes titulaciones en el que se publicitan ofertas de trabajo, cursos de ampliación de estudios, actividades de la facultad, etc. (http://ciencias.unizar.es/web/antiguosInicio.do?perfil=antiguos).

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.

La Universidad de Zaragoza ha establecido los siguientes procedimientos relativos a la obtención de información para analizar el grado de satisfacción de los diferentes colectivos implicados en la titulación, así como la articulación de mecanismos que garanticen la atención a sugerencias y reclamaciones.

Q222
Procedimiento de evaluación de la satisfacción y la calidad de la experiencia de los estudiantes

Regula el proceso de obtención de información de los estudiantes de grado o máster, acerca del grado de satisfacción que obtienen de su experiencia en la titulación, con el objetivo de orientar su mejora. La información se obtiene a través de cuestionarios que pueden variar cada año y que recogen aspectos que se consideran claves de un modelo de calidad para las titulaciones.

Q223
Procedimiento de evaluación de la satisfacción del PDI y PAS implicados en la titulación

Regula el proceso de evaluación de la satisfacción del PDI y PAS implicado en una titulación. Se describen los objetivos que persigue dicha evaluación así como el modo en que ha de hacerse la recogida de información y su posterior evaluación.

Q231
Procedimiento de sugerencias, reclamaciones y alegaciones para la mejora de la titulación

Establece las formas en las que los diversos colectivos implicados en una titulación pueden solicitar el inicio de actuaciones conducentes a la mejora de la planificación o desarrollo de una titulación, o a la subsanación de deficiencias, incidencias o situaciones extraordinarias que puedan observarse, así como alegar a las decisiones y actuaciones provenientes de sus instancias de coordinación y gestión de su calidad.

9.6 Criterios específicos en el caso de extinción del Título

La Universidad de Zaragoza ha establecido los criterios y procedimientos a aplicar en los diferentes supuestos aplicables en el proceso de extinción del Título.

Q313
Procedimiento de extinción del título

Establece el proceso de suspensión del título en base a los criterios legales y a los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones cuando el título no haya alcanzado los niveles de calidad especificados, así como los procedimientos específicos que deberían seguir los estudiantes que hubiesen iniciado sus estudios con un título a extinguir.

9.7 Mecanismos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas

Con objeto de facilitar el acceso a la información relevante del Máster entre la comunidad universitaria y la sociedad en general, se desarrollará una página web a la que se tendrá acceso desde las páginas Web institucionales de la Universidad de Zaragoza y de la Facultad de Ciencias (https://ciencias.unizar.es/web/postgrado.do). Esta difusión virtual, se complementará con otros formatos de difusión como por ejemplo, reuniones informativas, edición de material gráfico, jornadas de debate, etc.

La universidad de Zaragoza en su página Web proporciona información sobre la oferta de Grados y Másteres Universitarios (http://titulaciones.unizar.es/). En particular, para cada una de ellos se informa de los objetivos de la titulación, el entorno profesional y social en el que se ubica este título, plan de estudios, relación de asignaturas, guías docentes, profesorado y las competencias que se adquieren en la titulación. Adicionalmente, hay información detallada sobre:

Solicitud de admisión

- Reglamento de permanencia (http://www.unizar.es/innovacion/calidad/normas_permanencia.html)
- Reglamento de evaluación (http://titulaciones.unizar.es/documentos/reglamento_evaluacion.pdf)
- Reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Zaragoza

(http://www.unizar.es/innovacion/calidad/proc_recon_creditos.html).

En la misma web del Máster se incluirán diversos enlaces al Sistemas de orientación, información y apoyo académico para estudiantes de la Universidad de Zaragoza: servicio de actividades culturales, deportivas, alojamiento, informática y comunicaciones, relaciones internacionales, cursos de verano, etc; y en particular a:

- Biblioteca de la Universidad de Zaragoza (http://biblioteca.unizar.es/)
- Centro de información universitaria (http://wzar.unizar.es/servicios/ciur/)
- Centro Universitario de Lenguas modernas (http://www.unizar.es/idiomas/)
- Defensor universitario (http://www.unizar.es/defensor_universitario/)
- Oficina universitaria de atención a la discapacidad (http://ouad.unizar.es/)
- Servicio de asesorías (http://wzar.unizar.es/servicios/asesorias/asesoriaszgz.htm)
- UNIVERSA: servicio de orientación y empleo de la Universidad de Zaragoza (http://www.unizar.es/universa/)

Por último, en la Web del Máster se proporciona información sobre los agentes, mecanismos y procedimientos del Sistema de Garantía de Calidad aplicable a la Titulación, así como de los Planes anuales de Innovación y Mejora, los Informes Anuales de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje, los Informes de Evaluación, con los correspondientes indicadores de rendimiento académico, así como un impreso de sugerencias/quejas/alegaciones para la mejora del título.

10. Calendario de implantación

10.1. Cronograma de implantación de la titulación

La implantación del Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea está prevista en el curso académico 2014 – 2015.

10.2. Procedimiento de adaptación, en su caso, de los estudiantes de los estudios existentes al nuevo plan de estudio

El Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea es de nueva creación. En cualquier caso, y según está establecido, corresponde a la Comisión de Garantía de la Calidad de la titulación el resolver los reconocimientos de créditos con los informes previos que procedan de acuerdo a los criterios expuestos en el punto 4.4 y de conformidad con la normativa y la legislación vigentes.

10.3. Enseñanzas que se extinguen por la implantación del título propuesto

La implantación del Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea no supone la extinción de ninguno de los Másteres que se imparten en la actualidad.