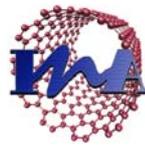




Universidad de Zaragoza



Máster en
Materiales Nanoestructurados
para aplicaciones Nanotecnológicas

Master in
Nanostructured Materials
for Nanotechnological Applications

1 DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1 Datos Básicos

Denominación del Título

Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas (Master in Nanostructured Materials for Nanotechnology Applications) **por la Universidad de Zaragoza.**

Rama de Conocimiento

Ciencias

Códigos ISCED

Campo amplio: 05 Ciencias naturales, matemáticas y estadística

Campos específicos:

053 Ciencias físicas

Campos detallados: 0531 Química; 0533 Física

051 Ciencias biológicas y afines

Campos detallados: 0511 Biología; 0512 Bioquímica ; 0518 Programas y certificaciones interdisciplinarios que incluyen ciencias biológica y afines

Profesión Regulada

La profesión del poseedor del título oficial en este máster no está regulada oficialmente. El máster NANOMAT cualifica a estos expertos en nanociencia y nanotecnología para su desarrollo profesional en actividades de investigación, docencia universitaria, consultorías y su desarrollo profesional en la industria.

Títulos conjuntos

No procede

1.2 Distribución de Créditos en el Título

60 créditos ECTS. Estos créditos están distribuidos en 36 créditos ECTS de asignaturas obligatorias y 10 de optativas más 14 créditos del trabajo fin de máster. Cada asignatura deberá ser aprobada de forma independiente.

1.3 Datos asociados al Centro

Tipo de enseñanza de qué se trata:

Presencial

Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas (estimación para los próximos 4 años)

Año 1:25

Año 2:25

Año 3:25

Año 4:25

Nº mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo, y en su caso, normas de permanencia.

Los estudiantes que se matriculen a tiempo completo deberán hacerlo de los 60 créditos ECTS del curso. También pueden cursar estudios a tiempo parcial y deben atender a cuestiones derivadas de la existencia de necesidades educativas especiales.

Número mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo:

Atendiendo a la normativa de la Universidad de Zaragoza (http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf) el estudiante a tiempo completo debe matricularse de los 60 créditos ECTS del máster. En este caso el máster se completará en un periodo de un curso académico. El estudiante a tiempo parcial deberá matricularse en no menos de treinta créditos la primera vez que lo haga. Además, el estudiante a tiempo parcial no podrá matricularse en más de cuarenta y dos créditos por curso académico.

Normas de permanencia, en su caso:

Las normas de permanencia se ajustarán a lo indicado por la normativa de la Universidad de Zaragoza: http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf, que dicta:

1. En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, la Universidad de Zaragoza apoya el establecimiento de sistemas de evaluación continua, entendida como un conjunto de pruebas, informes, trabajos o controles sistemáticos realizados durante el periodo de docencia, utilizados parcial o totalmente para la evaluación del alumno.

2. Con independencia de los procedimientos de evaluación continua utilizados en las diferentes asignaturas, la Universidad garantizará al estudiante un mínimo de dos convocatorias para la calificación de una determinada asignatura por cada curso académico. La Universidad establecerá las fechas en las que se calificarán ambas convocatorias que, en todo caso, deberán establecerse al final del semestre en el que se haya impartido la asignatura correspondiente y antes del comienzo del siguiente semestre.

3. El estudiante dispondrá de un máximo de seis convocatorias para la evaluación final de cada asignatura. A estos efectos, se contabilizarán todas las convocatorias en las que se matricule el estudiante, aunque no se someta a los procedimientos de evaluación continua establecidos; en el primer curso solo contará una convocatoria, salvo que se haya presentado a las dos.

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

El curso se impartirá íntegramente en inglés.

2 Justificación

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

La posibilidad de manipular y ordenar la materia átomo a átomo o molécula a molécula, ya apuntada en 1959 por el premio Nóbel de Física Richard Feynman, ha supuesto una auténtica revolución científica y tecnológica en las últimas dos décadas y el nacimiento de la "NANOCIENCIA" y la "NANOTECNOLOGÍA". En la escala de los átomos y las moléculas, la conocida como nanoescala, tiene lugar una convergencia de la Física, la Química, la Bioquímica, la Ciencia de los Materiales, la Ingeniería y la Bioingeniería hacia los mismos principios teóricos y técnicas experimentales. Por ello la Nanociencia y la Nanotecnología han abrazado a muchas disciplinas dando lugar a la creación de la Nanoquímica, Nanomedicina, Nanomecánica, Nanomagnetismo, Nanobiología, Nanobiotecnología, Nanoelectrónica, etc. despertando así el interés social por la miniaturización de los dispositivos y las nuevas y revolucionarias aplicaciones de éstos. De hecho, el mundo de la nanoescala no es sólo un paso hacia la miniaturización, sino un campo cualitativamente nuevo, regido por las leyes de la Mecánica Cuántica. Por ello es de esperar que los avances científicos en el mundo nano provocarán cambios dramáticos en nuestra comprensión del diseño y fabricación de nanodispositivos que exploten las propiedades excepcionales que sólo se manifiestan en la nanoescala. Se dice que estas disciplinas van a constituir, si es que no lo son ya, la revolución del siglo XXI, debido a las numerosas implicaciones sociales que la Nanociencia y la Nanotecnología tendrán en nuestra vida diaria (los alimentos, la ropa, las casas, los coches, las terapias médicas, etc.).

Los gobiernos de todo el mundo se han percatado del enorme potencial de la Nanociencia y la Nanotecnología y las inversiones en este campo han experimentado un incremento vertiginoso en los últimos años. En España, los planes nacionales de I+D+I cada vez conceden más prioridad, (plasmada en recursos económicos), a proyectos implicados en nanociencia o nanotecnología (ver tabla I).

Los planes autonómicos de diversas regiones del país también reflejan apuestas claras en el ámbito nano y afortunadamente, la Comunidad Autónoma de

Aragón no es una excepción y dentro de las cinco líneas estratégicas para el desarrollo regional se incluye el Desarrollo Tecnológico Basado en Nuevos materiales y Procesos (<http://wzar.unizar.es/Servicios/inter/07%20solidario/04PAID.PDF>), que se ha concretado en la aprobación por parte de la Diputación General de Aragón (DGA, decreto 68/2003 del Gobierno de Aragón), a instancias de la Universidad de Zaragoza, del Instituto de Nanociencia de Aragón (INA), comprometiendo apoyos financieros por valor de decenas de millones de euros. Tan sólo cuatro años después de su puesta en marcha, el INA, ha generado proyectos que han permitido duplicar su plantilla de personal altamente cualificado, instalar equipos de última generación, algunos únicos en nuestro país, y atraer a Aragón la instalación singular Laboratorio de Microscopias Avanzadas (LMA). Puede decirse por tanto, que el INA está entre los centros de referencia europeos a nivel de Nanociencia y Nanotecnología. De igual forma, en Aragón se cuenta con la presencia destacada del ICMA, un centro con una trayectoria de excelencia consolidada en el campo de los materiales avanzados, con el que el INA colabora estrechamente.

Tabla 1. Incremento de las inversiones en Nanotecnología en diversas regiones del mundo

Presupuesto dedicado a Nanotecnología en diversas regiones del mundo (M\$ / año) ¹									
REGIÓN	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Europa Occidental	126	151	179	200	225	400	650	950 ⁵	1050 ⁵
Japón	120	135	157	245	465	750	810 ⁴	875 ⁵	950 ⁵
EE.UU. ²	116	190	255	270	422	604	862	989 ⁵	1081 ⁵
Otros ³	70	83	96	110	380	520	511 ⁴	900 ⁵	1000 ⁵
TOTAL	432	559	687	825	1502	2274	2833	3714	4081
⁽¹⁾ Fuente: M. Roco (National Science Foundation, EE.UU.) " Government Nanotechnology Funding: An international outlook".									
⁽²⁾ No incluye las iniciativas estatales.									
⁽³⁾ Otros: Australia, Corea, Canadá, Taiwán, China, Rusia, Singapur, Europa del Este.									
⁽⁴⁾ Fuente: UE.									
⁽⁵⁾ Fuente: National Science Foundation, EE.UU.									

La Nanociencia y Nanotecnología no se limitan únicamente al campo de la investigación, ni son meramente promesas de "alto potencial", sino que la nanotecnología mueve ya una industria de 135.000 millones de Euros en el año 2007, que se estima alcance la vertiginosa cifra de un billón en el año 2015 (ver figura 1), (referencia: Informe de Cientifica Ltd. 2007. <http://www.cientifica.eu/files/Whitepapers/A%20Reassessment%20of%20the%2>

[0Trillion%20WP.pdf](#)). En la actualidad, el mercado de productos nanotecnológicos abarca campos tan diversos como la industria química, cosmética, de pinturas, farmacéutica, aeronáutica, electrónica, alimentaria, etc. Lux Research (Informe "Sizing Nanotechnology value chain" http://www.luxresearchinc.com/press/RELEASE_SizingReport.pdf) predice para 2014 la irrupción de la Nanotecnología en el 15% de todos los procesos manufactureros, con un impacto en ventas que equivaldrá al de las industrias de telecomunicaciones e informática combinadas, y será 10 veces el de la biotecnología.

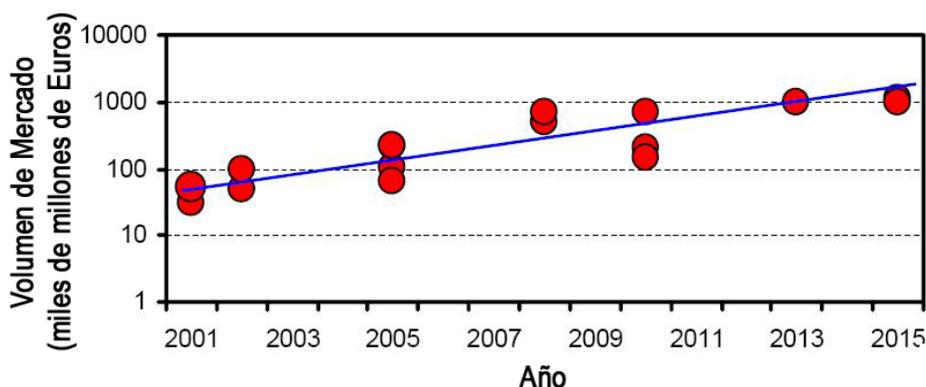


Figura 1. Los analistas estiman que el mercado de productos basado en procesos nanotecnológicos podría alcanzar un billón en 2015. Fuente: Overview of European-Level Initiatives in Nanosciences and Nanotechnologies.

Un problema grave al que nos enfrentamos es la falta de profesionales con una formación de alto nivel en este campo. Se estima que para el 2015 se precisará personal con formación en Nanotecnología que oscilará entre trescientas y cuatrocientas mil personas en Europa, ochocientas a novecientas mil personas en EEUU, y de medio millón a seiscientas mil en Japón. Sin embargo, son muy numerosos los informes que apuntan a una preocupante falta de especialistas en este campo, que podría acentuarse aún más si no se toman medidas urgentes (referencias: i) Skill needs in emerging technologies: nanotechnology. Zukersteinova, A (ed.), 2007. European Centre for the development of vocational training. Puede consultarse en: http://www.trainingvillage.gr/etv/Upload/Projects_Networks/Skillsnet/ashes/2007-09-14_final_version.pdf; ii) Cedefop Panorama series; 120. Office for Official Publications of the European Communities, 2006. Puede consultarse en: http://www2.trainingvillage.gr/etv/publication/download/panorama/5170_en.pdf; iii) Nanotechnology. Societal implications. Maximizing benefits for humanity. NNI Workshop Report, 2003. Puede consultarse en: http://www.nano.gov/nni_societal_implications.pdf; iv) Nanotechnology. Paper for

Discussion. Department of Innovation, Industry and Regional Development. Puede consultarse en: http://www.business.vic.gov.au/busvicwr/assets/main/lib60021/nano_a_paper.pdf.) En los Estados Unidos se ha puesto en marcha uno de los mayores programas de ciencia de todos los tiempos, Nacional Nanotechnology Initiative (NNI), con un presupuesto de 1800 millones de dólares sólo para el año 2008.

La NNI considera que tanto el personal especializado como la infraestructura con la que cuenta son sus cimientos más sólidos y que una adecuada formación en nanociencia, nanoingeniería y nanotecnología es fundamental para la nueva generación de investigadores y profesionales (referencia: Nacional Nanotechnology Initiative. <http://www.nano.gov/html/society/Education.html>). En Europa, el primer congreso de la Comisión Europea dedicado a la educación y formación de investigadores para la Nanociencia y la Nanotecnología (European Comision: Research and Industrial Technologies) (referencia: Nanotechnology – a special case for training? European Commission: Research and Industrial Technologies. http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/lists/list_108_en.html), se ha subrayado la trascendencia de fomentar la educación y la formación de nuevos investigadores y otros profesionales altamente cualificados para el avance de la Nanociencia, la Nanotecnología y las implicaciones sociales y económicas que éstas conllevan.

La Universidad de Zaragoza, y su profesorado e investigadores en el INA y el ICMA, especializados en temas estrechamente ligados a la Nanociencia y/o Nanotecnología, son conscientes de la necesidad de formar nuevos especialistas que cuenten con los conocimientos y las habilidades necesarias para responder a la demanda de profesionales que el mercado y la sociedad precisan. Por todo, ello este Máster Internacional NANOMAT de la Universidad de Zaragoza (UZ) presenta un enorme interés:

1.- **Académico**, con la transmisión de los conocimientos científicos y tecnológicos de investigadores altamente cualificados y especializados (de la UZ, del CSIC y de otras instituciones) a licenciados, no sólo en el ámbito regional o nacional, sino también internacional. En este sentido NANOMAT permite poner al servicio no sólo de la investigación sino también de la docencia, la sofisticada y potente instrumentación con que el INA y el ICMA se han ido dotando en los últimos años. Además, el máster propuesto tiene un carácter enormemente multidisciplinar, acogiendo a licenciados de ramas bien distintas, cuyos intereses convergen en la nanoescala, e impartido por profesorado de especialidades tan diversas como la Química, la Física, la Bioquímica, la Ingeniería, o la Medicina. Cabe

destacar en este contexto la importancia que el Libro Blanco del Programa de Convergencia Europea de la ANECA para Título de Grado en Química concede a los Nanomateriales (referencia: http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_quimica.pdf). El diseño del Máster NANOMAT permite, además, integrar la formación previa de estudiantes procedentes de áreas diversas (Química, Física, Bioquímica, Ingeniería, o Medicina), proporcionándoles la formación básica de tipo teórico y práctico que les permita abordar, desde la nanoescala, la solución a problemas específicos en sus respectivos campos. De esta manera, en el Trabajo Fin de Máster los estudiantes podrán aplicar los conocimientos adquiridos en el mismo junto con su formación previa para obtener un desarrollo concreto de interés en su campo de origen.

2.- Científico y Tecnológico. El trabajo y la convivencia de estos alumnos en un marco internacional y multidisciplinar, con el consiguiente intercambio de conocimientos e ideas, proporcionará un entorno inigualable para creación, desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, de la tecnología y de la cultura. Además, los estudiantes adquirirán experiencia directa en la aplicación de instrumentación de última generación relacionada con:

- Crecimiento de Películas delgadas
- Litografía
- Microscopias de Sonda Local
- Microscopias Electrónicas
- Aplicaciones Biomédicas
- Síntesis y Funcionalización de Nanosistemas
- Caracterización de Nanoestructuras

a través de las clases prácticas, y del Trabajo Fin de Master, lo que supondrá un valor añadido de cara a su inserción posterior en el mundo laboral.

3.- Profesional. El enorme potencial de la Nanociencia y la Nanotecnología ha calado profundamente en políticos, empresarios, y en la propia sociedad surgiendo, como ya hemos mencionado, nuevas demandas para especialistas al más alto nivel en su campo. Por ello, un objetivo fundamental de este máster es la formación de profesionales dotados de la comprensión, los conocimientos y las competencias necesarias para el ejercicio de actividades profesionales superiores en distintos ámbitos (industria – producción de nuevos materiales, industria electrónica, farmacéutica, química, aeroespacial, etc. – consultorías, investigación, docencia, ...). El INA, al que pertenecen muchos de los profesores involucrados en este máster, cuenta además con un departamento de promoción tecnológica, cuyo objetivo es mantener el contacto con la empresa, lo que facilitará adecuar en cada momento las enseñanzas a las demandas del mercado.

Llegados a este punto, cabe también preguntarse, ¿porqué un máster internacional, con docencia íntegramente en inglés en la Universidad de Zaragoza? Entre las principales nos gustaría subrayar:

i) Tal y como quedó patente en el "IX Foro Aneca: La Universidad del Siglo XXI" celebrado en Madrid el 27 de Noviembre de 2007, uno de los grandes retos a los que se enfrenta la Universidad Española en este siglo es la competencia internacional creciente, y la admisión de nuevos tipos de estudiantes (referencia: http://www.aneca.es/prensa/notas/docs/071127_9foroaneca.pdf). Este nuevo escenario debe involucrarnos en la tarea de crear universidades competitivas tanto en un contexto nacional como global, ofreciendo programas educativos al más alto nivel, que constituyan no sólo un referente nacional, sino también internacional, acogiendo a estudiantes de diversas nacionalidades, enriqueciendo así a nuestro propio alumnado y forzándonos a una continua revisión y mejora de nuestros planes de estudio atendiendo no sólo a necesidades locales o nacionales sino también globales.

ii) A principios del siglo XXI la lengua inglesa juega un papel estelar en el ámbito social, cultural, económico y científico de nuestros días, lo que es un hecho universalmente reconocido. En particular, en el ámbito de la investigación científica y tecnológica, el inglés es el idioma habitualmente utilizado para la comunicación, habiéndose convertido de hecho en la lingua franca de la comunidad investigadora académica e industrial. La Unión Europea y el Consejo de Europa (referencia: www.eurolang2001.org) hacen énfasis en el estudio y el dominio de diferentes idiomas para obtener un puesto de trabajo, comunicarse en el ejercicio de la profesión, viajar al extranjero, leer revistas de interés cultural y científico o usar Internet, y que aportan una gran solidez a la imperante necesidad de dominar la lengua inglesa en el ámbito internacional.

iii) La Universidad del siglo XXI se enfrenta al reto de preparar profesionales capaces de satisfacer las necesidades de una sociedad en rápida evolución, salvando los desajustes actuales entre la formación universitaria y la capacitación profesional que el nuevo mercado de trabajo exige. Para los alumnos de hoy en día, tanto españoles como extranjeros, la posibilidad de recibir enseñanzas científicas en inglés tiene un gran interés, especialmente en este momento en el que la adaptación de las enseñanzas universitarias al EEES se encuentra en una fase decisiva. A este respecto cabe señalar que la declaración de Bolonia promulga la "Promoción de la movilidad, eliminando los obstáculos para el ejercicio efectivo de libre intercambio..." (referencia: <http://www.crue.org/apadsisuniv.htm>). Es evidente que uno de los obstáculos que existen para la libre circulación de los estudiantes son las barreras idiomáticas. De hecho, hoy en día muchas de las

Universidades Europeas no anglosajonas incluyen en su oferta asignaturas impartidas en inglés. Buenos ejemplos los podemos encontrar en Holanda, Suecia, Alemania o Italia.

En este sentido el Máster NANOMAT ha despertado un gran interés en cursos previos como una iniciativa de alto potencial. Prueba de ello es que, gracias a gestiones realizadas desde nuestra Universidad, la Fundación Carolina, que promueve las relaciones culturales y la cooperación en materia educativa y científica entre España y los países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones, ha incluido en los últimos cursos en su oferta académica de becas el programa Máster NANOMAT (www.fundacioncarolina.es). Concretamente se cada curso se ofertan dos becas que cubren dos tercios del precio de la matrícula, viajes, seguro médico, y una ayuda de alojamiento y la manutención para el becario. Se ha conseguido además financiación extra gracias a un marco de colaboración con la empresa FEI de participación en la Red "Remote access to advanced characterization equipment for nanotechnology education and research" en la que participan: Coros, DMS y Philips. La colaboración con Philips ya se ha plasmado junto con otros Centros europeos de gran relevancia en una "Excellence Network Marie Curie" dentro del VII Programa Marco de la Comunidad Europea y que coordina el Instituto de Nanociencia de Aragón. Asimismo, la empresa SAMCA ha mostrado su interés en el máster y a través de la cátedra SAMCA de nanotecnología en los dos últimos cursos académicos ha ofertado tres becas a estudiantes del máster que cubren buena parte de los gastos de la matrícula. Cabe subrayar también que el máster Erasmus Mundus in Membrane Engineering de la Universidad de Zaragoza toma parte de su docencia (en concreto cuatro módulos) del máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas, lo que al mismo tiempo garantiza un alumnado internacional (cada curso tendremos seis estudiantes del Erasmus Mundus).

Finalmente, cabe subrayar que este máster encaja perfectamente dentro del reto de Internacionalización formulado con claridad en el Plan Estratégico aprobado por la Universidad de Zaragoza, que ya en el año 2001 (referencia: http://www.unizar.es/plan_estrategico/pdf/internacionalizacion.pdf) reclamaba acciones decisivas en materia de asignaturas en otros idiomas, la participación internacional de profesores y alumnos, etc., así como un incremento notable del esfuerzo en promoción internacional de la Universidad. El Máster que se propone supone un esfuerzo importante en esta dirección, y constituye una herramienta eficaz de promoción internacional, al ser la primera titulación impartida íntegramente en inglés y orientada al mercado internacional de postgraduados en nuestra Universidad.

El máster NANOMAT ha mostrado asimismo su capacidad para captar a estudiantes de otras comunidades autónomas en los últimos cursos. En buena medida esto es posible gracias al elevado grado de especialización de este máster, su carácter multidisciplinar y su impartición en inglés, características que lo diferencian de otros másteres sobre la misma temática que puedan ofertarse en otras comunidades autónomas. Creemos en este sentido que la página web del máster así como su anuncio en periódicos locales, como se ha venido haciendo, puede ser una estrategia valiosa a la hora de dar a conocer el máster a potenciales estudiantes.

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

La Nanociencia y Nanotecnología son disciplinas muy nuevas tanto en el marco investigador como en el docente. Es por ello que, a día de hoy, son todavía escasos los planes docentes de titulaciones tanto a nivel de grado como de postgrado directamente vinculadas a este tema, no ya sólo en España sino también en Europa e incluso a nivel mundial. Sin embargo, como hemos comentado en otras secciones de esta memoria, existe un amplio consenso reflejado en numerosos informes de prestigiosas asociaciones Europeas y Norteamericanas acerca de la necesidad de implantar asignaturas y/o titulaciones que preparen a futuros profesionales en Nanociencia y/o Nanotecnología. Así, se estima¹ que para el 2015 se requerirá un importante número de profesionales con una sólida preparación en Nanotecnología (las estimaciones son del orden de trescientas a cuatrocientas mil personas en Europa, ochocientas a novecientas mil personas en EEUU, y de medio millón a seiscientas mil en Japón). Sin embargo, son muy numerosos los informes que apuntan a una preocupante falta de especialistas en este campo, que podría acentuarse aún más si no se toman medidas urgentes.^{2, 3, 4, 5} En los Estados

¹ M. C. Roco, Senior Advisor for Nanotechnology, National Science Foundation. "International Strategy for Nanotechnology Research and Development". J. of Nanoparticle Research, Kluwer Acad. Publ. Vol 3, No 5-6, pp 353-360, 2001. Puede consultarse en: <http://www.nano.gov/html/res/IntStratDevRoco.htm>

² Skill needs in emerging technologies: nanotechnology. Zukersteinova, A (ed.), 2007. European Centre for the development of vocational training. Puede consultarse en: http://www.trainingvillage.gr/etv/Upload/Projects_Networks/Skillsnet/ashes/2007-09-14_final_version.pdf.

³ Cedefop Panorama series; 120. Office for Official Publications of the European Communities, 2006. Puede consultarse en: http://www2.trainingvillage.gr/etv/publication/download/panorama/5170_en.pdf

⁴ Nanotechnology. Societal implications. Maximizing benefits for humanity. NNI Workshop Report, 2003. Puede consultarse en: http://www.nano.gov/nni_societal_implications.pdf

Unidos se ha puesto en marcha uno de los mayores programas de ciencia de todos los tiempos, *Nacional Nanotechnology Initiative* (NNI), con un presupuesto de 1800 millones de dólares sólo para el año 2008. La NNI considera que tanto el personal especializado como la infraestructura con la que cuenta son sus cimientos más sólidos y que una adecuada formación en nanociencia, nanoingeniería y nanotecnología es fundamental para la nueva generación de investigadores y profesionales.⁶ En Europa, el primer congreso de la Comisión Europea dedicado a la educación y formación de investigadores para la Nanociencia y la Nanotecnología (*European Comision: Research and Industrial Technologies*),⁷ se ha subrayado la trascendencia de fomentar la educación y la formación de nuevos investigadores y otros profesionales altamente cualificados para el avance de la Nanociencia, la Nanotecnología y las implicaciones sociales y económicas que éstas conllevan.

Asimismo conviene citar en este punto la importancia que el Libro Blanco del Programa de Convergencia Europea de la ANECA para el Título de Grado en Química concede a los Nanomateriales ([http://www.aneca.es/activin/docs / libroblanco_jun05 _química.pdf](http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_química.pdf))

Como consecuencia de esta imperante necesidad de implantar nuevas titulaciones relacionadas con la Nanociencia y la Nanotecnología distintas universidades Europeas han ofertado recientemente nuevos másteres que tratan de cubrir estas necesidades, aunque la oferta es todavía escasa, siendo el Reino Unido uno de los países punteros en este campo. Entre los planes de estudio analizados para la elaboración del plan que presentamos destacan:

País	Institución	Título del máster
Bélgica	Double diploma of two out of four institutions	Erasmus Mundus MSc in Nanoscience & Nanotechnology http://www.emm-nano.org/indexnano.htm
Bélgica	University of Antwerp	MSc in Nanophysics http://www.ua.ac.be/main.aspx?c= WETNAT01
Francia	Université Joseph Fourier - Grenoble	Msc Nanosciences and Nanotechnologies http://physique-eea.ujf-grenoble.fr/MasterNano/
Alemania	University of Kaiserslautern	Distance Study Programme Nanobiotechnology http://ecampus.zfuv.uni-kl.de/nano-engl/nbt-top.html

⁵ Nanotechnology. Paper for Discussion. Department of Innovation, Industry and Regional Development. Puede consultarse en: [http://www.business.vic.gov.au/busvicwr/ assets/main/lib60021/nano_a_paper.pdf](http://www.business.vic.gov.au/busvicwr/assets/main/lib60021/nano_a_paper.pdf).

⁶ National Nanotechnology Initiative. <http://www.nano.gov/html/society/Education.html>.

⁷ Nanotechnology – a special case for training? European Commission: Research and Industrial Technologies. http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/lists/list_108_en.html.

Irlanda	University College Dublin	Masters in NanoBio Science http://www.ucd.ie/engscience/nano/home.html
Italia	Universities of Padua, Venice & Verona, Italy	Interuniversity Master in Nanotechnologies http://www.civen.org/IMN
Holanda	University of Twente	MSc Nanotechnology http://www.nt.graduate.utwente.nl
Reino Unido	Bangor University	MSc Nanotechnology and Microfabrication http://www.eng.bangor.ac.uk
Reino Unido	Cranfield	MSc Microsystems and Nanotechnology http://www.cranfield.ac.uk/sas/postgraduatestudy/taughtcourses/microsystems&nanotechnology/
Reino Unido	Heriot-Watt University	MSc Nanotechnology and Microsystems Engineering http://www.postgraduate.hw.ac.uk/course/239/
Reino Unido	Lancaster University (Engineering Dept)	MSc in Micro and Nanotechnology – Engineering, Management & Society http://www.engineering.lancs.ac.uk/postgraduate/courses.asp?ID=42
Reino Unido	University of Cambridge	MPhil in Micro and Nanotechnology Enterprise http://www.msm.cam.ac.uk/nanoenterprise/index.html
Reino Unido	University of Leeds or Sheffield	Nanoelectronics and nanomechanics http://www.nanofolio.org/
Reino Unido	University of Leeds or Sheffield	Nanoscale Science and Technology http://www.nanofolio.org/
Reino Unido	University of Leeds or Sheffield	Nanomaterials for Nanoengineering http://www.nanofolio.org/
Reino Unido	University of Leeds or Sheffield	MSc in Bionanotechnology http://www.nanofolio.org/
Reino Unido	University of Liverpool	MSc(Eng) in Micro and Nano Technology http://www.liv.ac.uk/eee/
Reino Unido	University of Nottingham	MSc in Nanoscience http://www.nottingham.ac.uk/chemistry_internal/MScNano.html
Reino Unido	University of Surrey	MSc in Nanotechnology and Nanoelectronic Devices http://www.ati.surrey.ac.uk/msc
Reino Unido	University of Wales Swansea	MRes Nanoscience to Nanotechnology http://www.swan.ac.uk/engineering/Research/MultidisciplinaryNanotechnologyCentre/PostgraduateDegrees/MResNanosciencetoNanotechnology/

Los proponentes de este máster pertenecen a la Red española de Nanotecnología (Nanospain), cuyos informes (http://www.nanospain.org/files/Informe_MCyT_PN.pdf) nuevamente apuntan a la necesidad de formar profesionales altamente cualificados y a la preparación de material docentes sobre Nanociencia y Nanotecnología dirigido a alumnado y profesorado de Educación Universitaria.

En España son pocas las titulaciones ofertadas en relación a la Nanotecnología. Así podemos mencionar los títulos de (i) las Universidades de Barcelona-Rovira i Virgili (interuniversitario), (ii) Valencia-Alicante-Valladolid-Jaume I-Autónoma de Madrid-La Laguna (interuniversitario) y (iii) Madrid. Si bien el tercero de estos masteres no es un título oficial y está orientado al ámbito empresarial y de negocios, los dos primeros han sido tenidos muy en cuenta en la elaboración de nuestro plan de estudios, con el fin de elaborar una alternativa claramente diferenciada. Así, hemos introducido características singulares (énfasis en el contenido práctico de tipo tecnológico, diversidad en la especialización – nanofísica, nanoquímica y nanobiomedicina- e impartición en inglés). Las mencionadas titulaciones se resumen en la siguiente tabla:

Comunidad Autónoma	Institución	Título del máster
Cataluña	Universidad de Barcelona, Rovira i Virgili	Master Oficial en Nanociencia y Nanotecnología http://www.ub.edu/nanotec/index_es.php
Valencia	Interuniversitario, Universidades de Valencia, Alicante, Valladolid, Jaume I, Autónoma de Madrid y La Laguna	Master Oficial en Nanociencia y Nanotecnología Molecular http://www.uv.es/pop/experimentals/nanocientecmolsp.htm
Madrid	Aliter – Escuela Internacional de Negocios	Máster en Nanotecnología http://www.aliter.org/

De especial ayuda en la elaboración del plan de estudios han sido los "Subject Benchmark Statements" de la Agencia de calidad universitaria británica (QAA-Quality Assurance Agency for Higher Education), que nos han permitido establecer con claridad las competencias que los estudiantes de un nivel de máster deben conseguir. En concreto, han sido de especial relevancia los de química, física, ingeniería y, en menor medida, medicina:

<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/honours/chemistryfinal.pdf>
<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/statements/Physics08.pdf>
<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/statements/engineering06.pdf>
<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/honours/medicine.pdf>

Asimismo se ha utilizado como referencia el proyecto "Tuning educational structures in Europe": <http://www.unideusto.org/tuning/>, que nos aportó una visión

fundamental a la hora de establecer las competencias del master y el papel de los créditos ECTS.

Por otro lado, distintos docentes e investigadores participantes en este máster colaboran con distintas *empresas del sector tecnológico e industrial* (FEI, Philips, CEEI Aragón, Progenika, Nanotec electrónica, Atípic (Anàlisi Tecnològica Innovadora per a Processos Industrials Competitius), edp, Sallén, ACP (Aragonesa de Componentes Pasivos), Nurel, PharmaMar, Sepmag technologies, CerTestBiotec y varias spin-off de la Universidad de Zaragoza), que nos han manifestado su interés en la formación de nuevos profesionales especializados en Nanotecnología y han intervenido de diversas formas en el proceso de elaboración, por lo general planteando retos formativos de interés para el sector industrial.

Finalmente, tanto los profesores de la Universidad de Zaragoza que han participado directamente en la elaboración del plan de estudios del *Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas como nuestros colaboradores nacionales e internacionales*, con los que hemos tenido la oportunidad de discutir los contenidos de este nuevo máster, tienen un contacto diario muy intenso con estudiantes de diversas disciplinas – química, física, medicina, farmacia, ingeniería, etc.- que están trabajando en su tesis doctoral sobre temas íntimamente relacionados en la Nanociencia, por lo que han aportado también una importante visión sobre las necesidades actuales en la formación de profesionales vinculados a la Nanociencia. Finalmente, enviamos información sobre el plan de estudios a profesores externos a la UZ –expertos nacionales e internacionales- y especializados en la temática del máster, quienes han manifestado su aprobación al plan de estudios propuesto y nos hicieron algunos comentarios de interés para mejorar nuestra propuesta.

Esta revisión de:

- 1) Informes de Asociaciones Europeas y Norteamericanas sobre la necesidad de implantar nuevas titulaciones para preparar profesionales altamente cualificados en el campo de la Nanotecnología
- 2) El informe sobre la situación de la nanociencia y de la Nanotecnología en España elaborado por la Red española de Nanotecnología (Nanospain), a la que pertenecen los proponentes de este Máster.
- 3) Libros Blancos del Programa de Convergencia Europea de ANECA
- 4) Referentes académicos (planes de estudio de otros centros tanto nacionales – títulos oficiales - como internacionales de prestigiosas universidades europeas)

- 5) Los "*Subject Benchmark Statements*" de la Agencia de calidad universitaria británica (QAA-Quality Assurance Agency for Higher Education)
- 6) Referentes Industriales (empresas del sector)
- 7) Estudiantes de doctorado trabajando en nanociencia/nanotecnología
- 8) Consulta a profesores e investigadores externos a la UZ

ha permitido la elaboración del plan de estudios reflejado en el punto 5 de la memoria, que responde a la necesidad de nuevos títulos especializados en Nanotecnología.

El profesorado involucrado en la propuesta de máster NANOMAT tiene un amplio bagaje docente e investigador, habiendo participado en cursos íntimamente ligados a la Nanociencia y la Ciencia de los Materiales. Entre ellos cabe citar:

Cursos de doctorado

- Introducción a la Nanotecnología (Universidad de Zaragoza)
- Nanotecnología: nuevas herramientas, sistemas y fenómenos físicos (Universidad de Zaragoza)
- Aplicaciones de la Nanociencia: Nanotecnología (Universidad de Zaragoza)
- Preparación de Nanosistemas (Universidad de Zaragoza)
- Química Física de Superficies (Universidad de Zaragoza)
- Materiales de aplicación industrial: Zeolitas, nanotubos de carbono y catalizadores (Universidad de Zaragoza, con mención de calidad).
- Propiedades electrónicas, magnéticas y de transporte en sistemas de baja dimensionalidad y nanoestructuras (curso de doctorado Inter-universitario de las Universidades Autónoma de Madrid, Oviedo, Murcia y Zaragoza)

Asignaturas en másteres:

- Nanociencia y Nanotecnología del Máster en Física y Tecnologías Físicas (Universidad de Zaragoza).
- Elementos de Física Biológica del Máster en Física y Tecnologías Físicas (Universidad de Zaragoza).
- Tecnología de Superficies del Máster en Ingeniería Biomédica (Universidad de Zaragoza).
- Suministro Localizado de Fármacos del Máster en Ingeniería Biomédica (Universidad de Zaragoza).
- Máster de Pilas de Combustible impartido por el CSIC en las Áreas de Supercondensadores y Almacenamiento de Hidrógeno.
- Problemática del Almacenamiento de Hidrógeno del Master de Energías renovables impartido por la "Fundación CIRCE" en la Universidad de Zaragoza

Otros cursos

- Nanomemcourse: Training courses on Nanostructured Materials for Advanced Processes (Acción Marie Curie)
- La Nanociencia y su importancia en la Tecnología actual y futura, Curso de verano, Universidad de Zaragoza en Jaca, (2002)
- Nanociencia: Avances experimentales y perspectivas de futuro, Curso de Verano, Universidad Complutense de Madrid en El Escorial, (2005)
- Nanotecnologías en Nanobiomedicina, Curso de verano, Universidad de Zaragoza en Jaca, (2007).
- Summer Course Glycosciences. "Glyconanotechnology". Universidad de Utrech-CNRS. Wageningen (Holanda).
- Thermochemistry Facility and NEAT ORU. University of California-Davis. California. USA.

Para la propuesta del Máster NANOMAT, además de la experiencia docente e investigadora de un elevado número de profesores, se han utilizado los siguientes elementos de información:

1.- En su día se envió un correo a 50 profesores con una trayectoria especialmente relevante en el campo de la Nanociencia/Nanotecnología, habiendo recibido 28 respuestas, que se han estudiado cuidadosamente, identificando y eliminando redundancias.

La conclusión más significativa es que la práctica totalidad del profesorado consultado se manifestó de acuerdo en la necesidad de elaborar un máster eminentemente práctico, en el que alumnos de diversas procedencias pudieran llegar a llevar a cabo realizaciones específicas.

Se realizó una encuesta no estructurada a estudiantes del último curso académico de las Licenciaturas en Químicas y Físicas. Los estudiantes encuestados fueron 36 (13 de Físicas y el resto de Químicas). Se les preguntó sobre su interés en procesos nano, vocación investigadoras, orientación profesional, etc.

Las conclusiones más significativas de la encuesta fueron: i) Los estudiantes se sienten en general atraídos por las perspectivas que abre la Nanociencia como nuevo ámbito científico; ii) una mayoría significativa de los mismos (67.4 %) considerarían la posibilidad de especializarse en Nanociencia, continuando su formación en Máster o Doctorado; iii) de este grupo, aproximadamente el 75 % se decantan por una formación de un contenido eminentemente práctico que contemple aplicaciones de interés industrial.

Se recabó la opinión de responsables de tres empresas significativas en el campo de la Nanociencia y la Nanotecnología:

i) una multinacional especialista en la fabricación de instrumentos de caracterización en Nanociencia, especialmente microscopios electrónicos de alta y muy alta resolución;

ii) una empresa de ámbito nacional que desarrolla aplicaciones de Nanotecnología en el ámbito textil;

iii) una empresa spin-off con varios años de trayectoria cuyo campo de actuación toca varios aspectos de nanomedicina/nanodiagnóstico.

En los tres casos se ha obtenido una respuesta muy positiva de cara a la implantación del Máster, y se han realizado aportaciones significativas a sus contenidos, llegándose a proponer casos de estudio específicos (ver descripción de la asignatura "7. Ejemplos de aplicaciones industriales") en cuya impartición colaborarían.

Finalmente, debemos subrayar que este máster se ha impartido de forma continuada en los últimos cuatro años. Como resultado de las opiniones de los estudiantes, los profesores, y la Comisión de Garantía y Calidad del Master se propone en esta memoria de modificación reducir la duración del máster de 18 meses a un curso académico. Los principales motivos de esta propuesta son:

- 1) Las reuniones periódicas de la coordinadora del máster con los estudiantes así como las reuniones entre los coordinadores de los distintos módulos han puesto de manifiesto que algunas clases de los módulos obligatorios (fundamentalmente los seminarios) han resultado demasiado especializadas, lo que no es acorde con el espíritu del este máster que acoge a estudiantes procedentes de licenciaturas y grados muy diversos (química, física, farmacia, ciencia de los materiales, bioquímica, medicina...)
2.)Teniendo en cuenta estas circunstancias, creemos conveniente asimismo reducir el número de créditos del proyecto fin de máster, de modo que la titulación se ajuste exactamente a un curso académico, lo que a su vez es una ventaja significativa para los estudiantes, especialmente, en el caso de aquellos que desean continuar sus estudios y para los que medio año académico libre puede suponer una parada sin sentido alguno en sus estudios (por ejemplo, alumnos interesados en continuar con una tesis doctoral u otros estudios de posgrado).

Consideramos que de este modo el máster responderá mejor a las expectativas de los estudiantes y conseguiremos un diseño mucho más pedagógico al objeto de lograr los resultados de aprendizaje del mismo.

2.3. Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad

No existe en nuestra Universidad ningún máster similar y si bien, hay varios másteres en la Facultad de Ciencias, la temática de éste es muy específica de tal manera que estamos muy lejos de alcanzar una superposición del 40% de las competencias o contenidos con cualquier otro máster de nuestra Universidad. Cabe subrayar en este punto que este máster presenta un carácter diferencial respecto a otros másteres de la Universidad de Zaragoza. Es además, la única titulación en la Facultad de Ciencias que se imparte en inglés. Por otro lado, la Universidad de Zaragoza, y su profesorado e investigadores en el INA y el ICMA, especializados en temas estrechamente ligados a la Nanociencia y/o Nanotecnología, son conscientes de la necesidad de formar nuevos especialistas que cuenten con los conocimientos y las habilidades necesarias para responder a la demanda de profesionales, científicos y tecnólogos, que el mercado y la sociedad precisan. A día de hoy tanto el INA como el ICMA son dos instituciones de reconocido prestigio y constituyen un referente no sólo a nivel nacional sino sobre todo a nivel europeo en los campos de la Nanociencia y los Materiales. Basta recordar para atestiguar este hecho los proyectos de gran envergadura abordados por la UZ, INA e ICMA (ver apartado correspondiente) tales como TECNA, COINAPO, HECTOR, NANOVALID, ZEOCELL, NANOPUZZLE, NANOTRUCK, DENDRIMERS BIGNSPIN, CONSOLIDER, etc. y entre los que cabe subrayar el TRAIN2, un proyecto europeo de 2.3 millones de euros, liderado por el Instituto de Nanociencia de Aragón (Prof. Ricardo Ibarra) para el establecimiento de una red de Nanociencia en el sur de Europa.

Asimismo cabe destacar que en Zaragoza se ubica el Laboratorio de Microscopias Avanzadas (laboratorio Nacional), LMA, cuyos integrantes (incluyendo el director del LMA y la coordinadora del máster) participan activamente en la impartición de este máster. De este modo, el máster NANOMAT permite poner al servicio no sólo de la investigación sino también de la docencia, la sofisticada y potente instrumentación con que la UZ, el INA, el ICMA y el LMA se han ido dotando en los últimos años de modo que nuestros estudiantes tendrán acceso a la tecnología más avanzada con acceso a instrumentación de última generación, en algunos casos con equipos únicos en nuestro país, y relacionada con:

- Crecimiento de Películas delgadas
- Litografía
- Microscopias de Sonda Local
- Microscopias Electrónicas
- Aplicaciones Biomédicas
- Síntesis y Funcionalización de Nanosistemas

- Caracterización de Nanoestructuras

a través de las clases prácticas, las asignaturas optativas y del Trabajo Fin de Master (se estima que el valor de los equipos a disposición de los estudiantes de este máster supera los 15 millones de Euros), lo que supondrá un valor añadido de cara a sus estudios de doctorado o su inserción posterior en el mundo laboral.

3 COMPETENCIAS

Competencias generales

- Ordenar, analizar críticamente, interpretar y sintetizar información.
- Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad.
- Aprender eficientemente mediante el estudio autónomo y adquirir un grado significativo de independencia.
- Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o que le resulten poco familiares dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el área de estudio.
- Integrar conocimientos y abordar 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.
- Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas.
- Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.
- Desarrollar capacidad para la crítica y la autocrítica.
- Tomar decisiones teniendo en cuenta responsabilidades sociales, éticas y legales.
- Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones.
- Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación de experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos.
- Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles.
- Comunicar conclusiones propias – y los conocimientos y razones últimas que las sustentan – a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas.
- Comunicarse fluidamente en inglés (comprensión de textos científicos, redacción de informes, charlas, coloquios, exposiciones, etc.).
- Desarrollar capacidades de gestión (toma de decisiones, establecimiento de objetivos, definición de problemas, diseño y evaluación).

- Desarrollar responsabilidad sobre el propio desarrollo profesional.

Competencias específicas

- Utilizar el vocabulario y la terminología específica de en el marco de la Nanociencia y la Nanotecnología.
- Conocer el grado de importancia de las investigaciones y las aplicaciones industriales de la Nanociencia y/o Nanotecnología así como sus implicaciones sociales, económicas, y legales.
- Interrelacionar la estructura química, la arquitectura u ordenamiento del material nanoestructurado con sus propiedades químicas, físicas, ópticas, mecánicas, etc.
- Conocer los métodos de fabricación de materiales nanoestructurados, aproximaciones bottom-up y top-down.
- Conocer los métodos de caracterización de materiales nanoestructurados, el tipo de información que aporta cada uno y cómo pueden emplearse de forma complementaria para obtener la información requerida.
- Diseño de nuevos materiales y biomateriales de posible interés en Nanociencia y/o Nanotecnología.
- Interpretar de forma crítica los datos obtenidos en el laboratorio, en términos de procesos de síntesis, ensamblaje, caracterización y evaluación de propiedades, determinando su importancia y relacionarlos con conocimientos teóricos.
- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a la fabricación de nanodispositivos.

Competencias transversales

- Disponer de las habilidades de aprendizaje que le permita continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autónomo o autodirigido.
- Capacidad de comunicar sus conocimientos, resultados y conclusiones a un público especializado de modo claro y sin ambigüedades.
- Usar las técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) como herramienta para la expresión y la comunicación.
- Capacidad para identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo con rigor.
- Comprender y expresar con claridad y oportunidad las ideas, conocimientos, problemas y soluciones.

- Capacidad de crítica y autocrítica
- Capacidad para pensar y actuar siguiendo principios de carácter universal que se basan en el valor de la persona y se dirigen a su pleno desarrollo.
- Capacidad para diseñar, gestionar y ejecutar una tarea de forma autónoma.
- Respetar los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres, los Derechos Humanos, los valores de una cultura de paz y democráticos, los principios medioambientales y de cooperación al desarrollo que promuevan un compromiso ético en una sociedad global, intercultural, libre y justa.

Buena parte de las competencias reflejadas en la memoria del Máster Nanomat aparecen reflejadas en: los "Subject Benchmark Statements" de la QAA (<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/default.asp>), especialmente en los de Física, Química, Ingeniería y, en menor medida, Medicina: <http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/honours/chemistryfinal.pdf>
<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/statements/Physics08.pdf>
<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/statements/engineering06.pdf>
<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/honours/medicine.pdf>

Los objetivos y las competencias generales, específicas y transversales del *Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas* 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 y 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

1.- **Páginas web propia del máster, sin restricciones de acceso.** (<http://titulaciones.unizar.es/mat-nano/> y <http://www.unizar.es/nanomat/index.html>), tanto en español como en inglés, que recogen los aspectos más relevantes del máster, incluyendo información detallada sobre:

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

2.- **Díptico Informativo.** La dirección del máster NANOMAT ha elaborado un díptico informativo (puede consultarse en la página web del máster: http://www.unizar.es/nanomat/nano_diptico_Zaragoza.pdf) que, además de ser

publicado en internet, es distribuido regularmente en formato papel a otros centros tanto nacionales como internacionales para su difusión entre posibles futuros estudiantes de este máster. La sección de relaciones internacionales de la UZ publicita habitualmente el máster en diversas ferias educativas en Asia y en EE.UU. a las que la Universidad de Zaragoza asiste con regularidad. En la medida de lo posible se procura también difundir el interés del Máster NANOMAT en actividades no Universitarias, tales como seminarios y encuentros especializados.

3.- **Información en prensa** (con referencia explícita a la página web) **y otros medios de difusión.** El Instituto de Nanociencia de Aragón trabaja activamente en la difusión y publicidad del máster. Además, se viene realizando una amplia difusión mediante anuncios en prensa escrita, dentro del programa general de la Universidad de Zaragoza para publicitar sus nuevas titulaciones. Asimismo, el máster aparece en la página web del Instituto de Nanociencia del Reino Unido (<http://www.nano.org.uk/nanomasters/summarylist.php>), que es una excelente plataforma internacional para dar difusión al máster.

La Universidad de Zaragoza también proporcionará información sobre este máster en la página web dedicada a los programas oficiales de postgrado (<http://titulaciones.unizar.es/>) y en los CD's y folletos que la Facultad de Ciencias edita anualmente para estudios de postgrado.

4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión

Los **requisitos y procedimientos de admisión de los estudiantes**, que serán incluidos en el plan de estudios así como explicitados en la página web del máster son:

1.- Adecuación del Título Universitario de Acceso

- Para acceder a las enseñanzas oficiales del máster NANOMAT será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de máster.
- Asimismo, podrán acceder al máster NANOMAT los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la

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

- En concreto, los títulos de acceso al máster NANOMAT son: Licenciado en Físicas, Químicas, Ingeniería Química, Ingeniería de Materiales, Ingeniería Industrial, Bioquímica, Farmacia, Medicina y "asimilables". Dado que a día de hoy existen numerosas titulaciones, especialmente fuera de nuestro país, que pueden proporcionar un acceso adecuado al Máster pero cuya denominación puede ser a priori muy variada, el Consejo del máster NANOMAT evaluará en cada caso dicha titulación de acceso y su vinculación con la temática del máster.

2.- Conocimiento del idioma

Dado que toda la titulación se imparte en inglés, los estudiantes deberán tener un nivel medio-alto de este idioma, como mínimo un nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia de Lenguas pero preferiblemente, el nivel B2 o superior. El nivel B1 se adquiere cuando el estudiante es capaz de comprender los puntos principales de textos claros y en lengua estándar si tratan sobre cuestiones que le son conocidas, ya sea en situaciones de trabajo, de estudio o de ocio; cuando sabe desenvolverse en la mayor parte de las situaciones que pueden surgir durante un viaje por zonas donde se utiliza la lengua; cuando es capaz de producir textos sencillos y coherentes sobre temas que le son familiares o en los que tiene un interés personal y cuando puede describir experiencias, acontecimientos, deseos y aspiraciones, así como justificar brevemente sus opiniones o explicar sus planes. El nivel B2 se adquiere cuando el estudiante es capaz de entender las ideas principales de textos complejos que traten de temas tanto concretos como abstractos, incluso si son de carácter técnico siempre que estén dentro de su campo de especialización; cuando puede relacionarse con hablantes nativos con un grado suficiente de fluidez y naturalidad de modo que la comunicación se realice sin esfuerzo por parte de ninguno de los interlocutores y cuando puede producir textos claros y detallados sobre temas diversos así como defender un punto de vista sobre temas generales indicando los pros y los contras de las distintas opciones.

El nivel de inglés está claramente explicitado en las guías docentes del máster (<http://titulaciones.unizar.es/asignaturas/66100/index12.html>). Los

criterios de adjudicación de plazas en caso de superar la demanda a la oferta, que también se publicarán en la página web, son:

1. Expediente académico y currículum vitae: 50%
2. Nivel de idioma: 25%
3. Entrevista personal: 25%. En la entrevista personal se valorarán las competencias del estudiante y su motivación. Asimismo servirá como prueba complementaria para evaluar el nivel de inglés (punto 2 de estos criterios). Entre las competencias del estudiante se valorarán:
 - Tener conocimientos básicos en Física y Química
 - Poseer conocimientos genéricos en Bioquímica e Ingeniería Química
 - Conocer la terminología y la nomenclatura propia de la temática del máster (nanomateriales, caracterización de materiales, etc.)
 - Comunicarse adecuadamente en inglés
 - Reconocer la necesidad del aprendizaje a lo largo de la vida y poseer una actitud activa para hacerlo
 - Ser capaz de organizar y de planificar el propio trabajo
 - Recoger y analizar información de diferentes fuentes
 - Aprender de forma autónoma
 - Poseer competencias elementales en informática
 - Tener capacidad de autoevaluación y autocrítica
 - Contar con capacidad de trabajo en equipo y de adaptación a equipos multidisciplinares
 - Disponer de capacidad de análisis y de síntesis
 - Evaluar, interpretar y sintetizar datos
 - Capacidad para trabajar en un laboratorio estándar

La adjudicación de las plazas será responsabilidad de la coordinadora del máster que, para realizar dicha adjudicación, nombrará a dos profesores del máster para que este comité de selección integrado por un total de tres miembros efectúe dicha tarea de adjudicación en función de los criterios arriba mencionados.

Asimismo, en la página web la UZ se especifican los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados para estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de la discapacidad, que en su caso se evaluará la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos.

4.3. Apoyo y Orientación a estudiantes, una vez matriculados

Como hemos reseñado en las líneas anteriores, la **página web** del máster, <http://www.unizar.es/nanomat>, informa detalladamente sobre las características del máster tanto en su aspecto docente como administrativo. Se incluye una vía de contacto donde los estudiantes pueden solicitar información adicional. A lo largo del curso se irán reflejando las novedades u oportunidades (charlas, coloquios, conferencias, convocatoria de nuevas becas, etc.) que puedan ir surgiendo.

Los estudiantes ya admitidos y matriculados contarán, además de con los procedimientos de acogida y orientación propios de la Universidad de Zaragoza (que incluyen: servicio de relaciones internacionales, servicio de asesorías para jóvenes, servicio de orientación psicológica para estudiantes, oficina universitaria de atención a la discapacidad, biblioteca de la facultad de ciencias, feria de empleo, fundación empresa-universidad de Zaragoza), con **los procedimientos de acogida y orientación específicos del Master NANOMAT**, responsabilidad de la **coordinadora del máster y el tutor que les será asignado** (cada estudiante contará con un tutor). La coordinadora del máster se ocupará de informar personalmente a los estudiantes sobre la normativa, las enseñanzas, calendario y cualquier otra información relevante así como la entrega de documentación (programa, folletos informativos de las distintas actividades y recursos de los Institutos de Nanociencia y de Ciencia de Materiales de Aragón, de la Facultad y de la Universidad, cursos de idiomas, actividades propias del máster, etc.). Asimismo, asignará a cada estudiante un tutor.

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

- Promover la integración del alumno en el Máster NANOMAT y en la Universidad de Zaragoza.
- Aconsejar al estudiante sobre su diseño curricular en términos de sus conocimientos previos y expectativas profesionales.
- Incentivar el dialogo entre los estudiantes y el profesorado.
- Promover un entorno donde se el estudiante sea capaz de aportar sus propias ideas, aprendiendo a trabajar en equipo, en un ambiente multidisciplinar e internacional.

- Detectar las dificultades académicas del estudiante, tomando las medidas necesarias para contribuir a su resolución.
- Facilitar el progreso del estudiante, aconsejándole sobre técnicas de estudio y estrategias para obtener el máximo rendimiento y aprovechamiento del Máster que está cursando.
- Fomentar el espíritu autocrítico que todo investigador o profesional altamente cualificado debe poseer.
- Estimular el carácter de liderazgo de los estudiantes que presenten aptitudes para ello.

Además, los estudiantes contarán con la ayuda de los **coordinadores de cada asignatura**, que les aclararán cuestiones propias de la misma que puedan surgir (dudas sobre criterios de evaluación, exámenes, horarios, o cuestiones puramente académicas). A través de las tutorías, los alumnos también recibirán el **soporte de los profesores** involucrados en el máster NANOMAT. A lo largo de la vida del máster (esto obviamente no será posible en el primer curso) se organizarán **charlas de antiguos alumnos del máster** que aconsejen y orienten a los estudiantes de nuevo ingreso.

El máster NANOMAT organiza habitualmente sesiones informativas con colaboradores externos para **orientar a los estudiantes sobre la incorporación y promoción de los egresados en el mercado laboral, así como orientación de cara a los estudios de Doctorado**. Igualmente se informa puntualmente a los alumnos sobre la celebración de eventos de interés como la feria de empleo, cursos, conferencias y talleres específicos, etc.

TUTORIZACIÓN EN EL MARCO DEL MÁSTER NANOMAT

A cada estudiante se le asignará un tutor, quién le proporcionará información general sobre el Máster NANOMAT, asistiéndole en la selección de las asignaturas optativas y el trabajo fin de máster. La optatividad y el trabajo fin de máster estarán vinculadas a la licenciatura de origen de los candidatos, para lograr así un mayor grado de especialización. Asimismo, le dará información sobre la Universidad de Zaragoza (trámites para la matriculación, servicios e instalaciones de la Universidad, etc.). El tutor se asegurará de:

- Promover la integración del alumno en el Máster NANOMAT y en la Universidad de Zaragoza.
- Aconsejar al estudiante sobre su diseño curricular en términos de sus conocimientos previos y expectativas profesionales.
- Incentivar el dialogo entre los estudiantes y el profesorado.

- Promover un entorno donde se el estudiante sea capaz de aportar sus propias ideas, aprendiendo a trabajar en equipo, en un ambiente multidisciplinar e internacional.
- Detectar las dificultades académicas del estudiante, tomando las medidas necesarias para contribuir a su resolución.
- Facilitar el progreso del estudiante, aconsejándole sobre técnicas de estudio y estrategias para obtener el máximo rendimiento y aprovechamiento del Máster que está cursando.
- Fomentar el espíritu autocrítico que todo investigador o profesional altamente cualificado debe poseer.
- Estimular el carácter de liderazgo de los estudiantes que presenten aptitudes para ello.

SERVICIO DE RELACIONES INTERNACIONALES

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

SERVICIO DE ASESORÍAS PARA JÓVENES

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

SERVICIO DE ORIENTACIÓN PSICOLÓGICA PARA ESTUDIANTES

Este servicio, totalmente gratuito, ofrecido por la Universidad de Zaragoza está dirigido a prestar ayuda sobre problemas de:

- Orientación vocacional
- Falta de concentración
- Situaciones de bloqueo ante los exámenes
- Inhibición del rendimiento
- Tensión nerviosa excesiva
- Miedos irracionales y desproporcionados
- Descontento con la propia imagen corporal
- Sentimientos de inseguridad personal

- Dificultades y falta de recursos para establecer amistades o comunicaciones interpersonales
- Sentimientos de excesivo malestar

y cualquier otro tema que puedan plantear los estudiantes.

OFICINA UNIVERSITARIA DE ATENCIÓN A LA DISCAPACIDAD

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

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UZ

Todos los años la Biblioteca de la Facultad de Ciencias imparte un curso de formación sobre el uso del Catálogo de la Biblioteca: Los principales contenidos del curso son:

- Información sobre la Biblioteca
- Búsqueda de bibliografía en el Catálogo de la UZ
- Introducción a otros recursos bibliográficos y de búsqueda

FERIA DE EMPLEO

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

UNIVERSA

La Universidad de Zaragoza cuenta con el servicio de orientación UNIVERSA. El objetivo principal de este Observatorio de Empleo Universitario es proporcionar información sobre todos los factores que inciden en la inserción profesional de los universitarios para facilitar la toma de decisiones en la adecuación de la formación y el empleo universitario en la Comunidad Autónoma de Aragón, facilitando la inserción laboral de los universitarios de la Universidad de Zaragoza. Concretamente UNIVERSA proporciona a los estudiantes y licenciados:

- Orientación vía e-mail: respecto a salidas profesionales, cómo elaborar una carta o un currículum, cómo preparar una entrevista de trabajo, etc., (universa.orientacion@unizar.es)

- Seminarios monográficos: UNIVERSA organiza seminarios dirigidos a estudiantes y titulados que quieran conocer de una forma más práctica la forma de hacer un CV, una carta de presentación o una entrevista de trabajo.
- Formación en competencias profesionales: se organizan jornadas de formación sobre competencias profesionales necesarias para el mejor desempeño del puesto de trabajo. Estas habilidades, altamente demandadas por las empresas a sus futuros trabajadores, son: trabajo en equipo, cómo hablar en público, gestión del tiempo de trabajo, elaboración de informes, toma de decisiones, inteligencia emocional, gestión del estrés...
- Talleres de técnicas de búsqueda de empleo: En estos talleres se informa sobre cómo realizar un inventario personal, vías de búsqueda de empleo, todas las fases de un proceso de selección, incluyendo cómo sacar más partido al c.v., o cómo afrontar con éxito una entrevista de trabajo.
- Curso "formación para el empleo": En este curso se dan a conocer las tendencias del mercado laboral, se informa sobre las diferentes vías de búsqueda de empleo, las técnicas más utilizadas en los procesos de selección, y se hace hincapié en el desarrollo personal como punto clave en el desarrollo profesional.

FEUZ: FUNDACIÓN EMPRESA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

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

- Fomentar y desarrollar el diálogo y la colaboración entre la Universidad de Zaragoza y las empresas.
- Promover, proteger y fomentar estudios e investigaciones, tanto en la Universidad como en la Empresa con la colaboración de aquella.
- Realizar un inventario de recursos y necesidades conjuntas que deberán satisfacerse mediante la comunicación, el diálogo y la cooperación permanente.
- Mejorar la formación y cualificación de los Recursos Humanos que revierte en beneficio para las Empresas.
- Tener a disposición de las empresas Bolsa de Estudiantes y Titulados para la realización de prácticas nacionales e internacionales.

- Poner a disposición de las empresas Bolsa de Doctores para su incorporación en Empresas a través del Programa Torres Quevedo.
- Promover la realización de tesinas, tesis, proyectos fin de carrera, etc.
- Disponer de información para las empresas, públicas o privadas, e Instituciones para el establecimiento de relaciones específicas con la Universidad de Zaragoza y coordinar estas relaciones.

ORIENTACIÓN PROFESIONAL EN EL MARCO DEL MÁSTER NANOMAT

El INA cuenta con un departamento de promoción tecnológica, cuyo objetivo es mantener el contacto con la empresa, lo que facilitará la organización de charlas con colaboradores externos impulsando el contacto entre el alumnado y la industria. Asimismo, se orientará a los alumnos sobre la posibilidad de realizar tesis doctorales en la Universidad de Zaragoza, CSIC u otras instituciones.

4.4 Sistemas de Transferencia y Reconocimiento de Créditos La normativa de la Universidad de Zaragoza establece para el sistema de transferencia y reconocimiento de créditos qué:

Transferencia de créditos:

- 1º - Los estudiantes que se incorporen a un nuevo estudio deberán indicar si han cursado otros estudios oficiales no finalizados y que se ajusten al sistema recogido en el RD 1393/2007 con anterioridad a su matrícula, cumplimentando en el documento de admisión el apartado correspondiente y aportando, en caso de no tratarse de estudios de la Universidad de Zaragoza, los documentos requeridos.
- 2º - Deberán diferenciarse dos grupos distintos: estudiantes de la Universidad de Zaragoza y estudiantes de otra Universidad.
- 3º - Únicamente en el caso de estudiantes de otra Universidad, el estudiante deberá pagar las correspondientes tasas de traslado para que la Universidad de Zaragoza lleve a cabo las actuaciones administrativas correspondientes al traslado y comunique a la Universidad de origen que su estudiante continúa estudios en otra Universidad para recibir el certificado académico oficial enviado por ésta.
- 4º - Una vez incorporados los documentos requeridos, se actuará de oficio, incorporando la información del expediente del estudiante a todos los

documentos oficiales que se expidan si dichas enseñanzas no hay conducido a la obtención de un título oficial.

- 5º En el caso de estudiantes de la Universidad de Zaragoza, se tramitará de forma informática y automática la incorporación de la información a su expediente.

Reconocimiento de créditos

- 1º - El estudiante presentará su solicitud aportando la documentación necesaria con anterioridad al periodo de matrícula.
- 2º - La Comisión de Docencia del Centro estudiará la documentación y resolverá de forma favorable o desfavorable, con aplicación de la normativa existente.
- 3º - Desde la secretaría del centro se notificará al estudiante la resolución
- 4º - El estudiante podrá presentar el recurso administrativo pertinente ante la Comisión de Docencia de la Universidad.

En ningún caso se podrá reconocer el trabajo fin de máster.

5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1 Estructura de las enseñanzas y mecanismos de coordinación docente:

A la cabeza de la coordinación docente se encuentra el coordinador/a del máster NANOMAT. Además, existe un coordinador/a para cada módulo del máster. Periódicamente los coordinadores de los módulos y la coordinadora del máster mantienen reuniones para asegurar la integración de las enseñanzas, asegurarse de que no se solapen materias, que no queden otras por cubrir, que el profesorado del máster tenga una carga docente homogénea y coherente, que el calendario y los horarios tanto de horas de teoría como de prácticas de los distintos módulos no se superpongan y tengan una distribución lógica y secuencial desde un punto de vista pedagógico. Asimismo se vigila por una oferta amplia a los estudiantes de trabajos fin de máster, que abarque las distintas ramas de la Nanotecnología estudiadas en el máster NANOMAT.

Por otro lado a cada estudiante se le asigna un tutor, cuyas responsabilidades han sido definidas en otros puntos de esta memoria. Al principio del curso, y a lo largo de éste, la coordinadora del máster mantendrá reuniones con los tutores para establecer planes de actuación y discutir cuestiones de interés que puedan surgir respecto a los estudiantes autorizados.

Será responsabilidad de la Comisión de Garantía y de calidad del máster NANOMAT, según lo descrito en el punto 9 de esta memoria, velar por la buena coordinación docente y el establecimiento de un plan de acciones de mejora e innovación.

Asignaturas del máster y su distribución en el curso

La estructura (revisada y mejorada respecto al plan vigente) es:

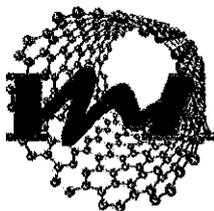
Bloque	Asignatura	Créditos ECTS	Organización Temporal	Carácter
Fundamentos	1. Propiedades Fundamentales de los Materiales Nanoestructurados	6	Primer Semestre	Obligatoria
	7.a. Introducción a la investigación en Nanociencia	5	Primer Semestre	Optativa
Fabricación	2. Preparación de Materiales Nanoestructurados	6	Primer Semestre	Obligatorio
	3. Ensamblaje y Fabricación de Nanoestructuras	6	Primer Semestre	Obligatorio
	7.b. Fabricación de Micro y Nanodispositivos	5	Segundo Semestre	Optativa
Caracterización	4. Caracterización I: técnicas	6	Segundo Semestre	Obligatorio

	fisicoquímicas			
	5. Caracterización II: microscopias avanzadas	6	Segundo Semestre	Obligatorio
Aplicaciones	6. Ejemplos de Aplicaciones Industriales	6	Primer Semestre	Obligatorio
	7.c. Trabajo multidisciplinar Académicamente Dirigido	5	Segundo Semestre	Optativa
Trabajo Fin de Máster	Trabajo fin de máster	14	Anual	Obligatorio

El máster está dividido en cuatro grandes bloques: Fundamentos, Fabricación, Caracterización y Aplicaciones de los Materiales Nanoestructurados. Dentro de cada uno de estos bloques existen asignaturas obligatorias así como optativas para que los alumnos puedan profundizar más en la materia en función de sus intereses y el diseño curricular con el que deseen orientar sus estudios. En el primer semestre los alumnos cursarán 24 créditos obligatorios correspondientes a las asignaturas Fundamentos de los Materiales Nanoestructurados (6 créditos ECTS), Preparación de Materiales Nanoestructurados donde se impartirán dos asignaturas: preparación de materiales nanoestructurados (6 créditos ECTS) y ensamblaje y fabricación de nanoestructuras (6 créditos ECTS). En este semestre se cursará también la asignatura Ejemplos de Aplicaciones Industriales (6 créditos ECTS) donde profesionales del mundo empresarial impartirán charlas ilustrativas sobre distintas aplicaciones de la Nanotecnología en la Industria del siglo XXI abarcando campos tan diversos como la industria farmacéutica, del automóvil, textil, cosmética, biotecnológica, fabricación de sensores, etc. En el primer semestre los alumnos podrán también, si así lo desean, cursar la optativa "Introducción a la Investigación en Nanociencia".

En el segundo semestre, los estudiantes cursarán 12 créditos obligatorios. Además, en función de que se matriculasen o no de la optativa del primer cuatrimestre, deberán hacerlo en una o dos de las optativas ofertadas en el segundo semestre. En este semestre se estudiarán las técnicas de caracterización más relevantes en Nanociencia (asignatura Caracterización I: técnicas Físicoquímicas de 6 créditos ECTS) y posteriormente se pasa a un nivel más especializado donde se estudiarán las microscopias avanzadas (asignatura Caracterización II: microscopias avanzadas de 6 créditos ECTS).

Finalmente, cabe destacar que a lo largo de todo el año, el estudiante elaborará el trabajo fin de máster (un total de 14 créditos ECTS), en el que habrá de hacer uso de los conocimientos teóricos y las habilidades prácticas adquiridas en las distintas asignaturas del curso para desarrollar un trabajo experimental con un grado significativo de independencia y originalidad. Además, se han firmado dos convenios con empresas en Zaragoza en las que los estudiantes podrán desarrollar sus trabajos fin de máster (ver acuerdos) y además se continuarán explorando otras opciones de trabajos fin de máster en colaboración con empresas.



CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA PRÁCTICAS EN EMPRESA ENTRE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA Y LA EMPRESA NANOIMMUNOTECH SL

En Zaragoza, 6 de Marzo de 2012

REUNIDOS

De una parte, D. Manuel Ricardo Ibarra García, Director del Instituto de Nanociencia de Aragón (INA) y D. Rubén Santos Martínez de Laguna, Director de NANOIMMUNOTECH SL

EXPONEN

Que la empresa NANOIMMUNOTECH SL está dispuesta a acoger a 2 estudiantes del máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas para la realización de (parte de) su Trabajo Fin de Máster. Dicho trabajo será codirigido por un miembro cualificado de la plantilla de la empresa y por un profesor de la Universidad de Zaragoza que imparta clases en dicho máster.

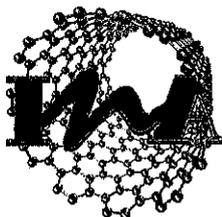
**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE
NANOCIENCIA**

Fdo.: Ricardo M. Ibarra García

DIRECTOR DE NANOIMMUNOTECH SL

Fdo.: Rubén Santos

 nanoimmunotech S.L.
N.I.F. B27732338



**CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA PRÁCTICAS
EN EMPRESA ENTRE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA Y LA
EMPRESA NANOSCALE BIOMAGNETICS SL**

En Zaragoza, 6 de Marzo de 2012

REUNIDOS

De una parte, Ricardo Ibarra, Director del Instituto de Nanociencia de Aragón (INA) y Nicolás Cassinelli, Director de NANOSCALE BIOMAGNETICS SL (nB)

EXPONEN

Que la empresa nB está dispuesta a acoger a uno o más estudiantes del máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas para la realización de (parte de) su Trabajo Fin de Máster. Dicho trabajo será codirigido por un miembro cualificado de la plantilla de la empresa y por un profesor de la Universidad de Zaragoza que imparta clases en dicho máster. (Si no queremos codirección se puede indicar que un profesor de la UZ será el ponente).

**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE
NANOCIENCIA**

Fdo.: Ricardo M. Ibarra García

**EL DIRECTOR / PRESIDENTE DE LA
ENTIDAD**

Fdo.: Nicolás Cassinelli

La distribución temporal de las enseñanzas se ha dispuesto de un modo lógico desde el punto de vista pedagógico con el objetivo de que el estudiante adquiera las competencias propias del Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas.

5.3 Descripción de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje que constituyen la estructura del plan de estudios, incluyendo prácticas externas y el trabajo fin de Máster, de acuerdo con la siguiente tabla:

Denominación del módulo: 1. PROPIEDADES FUNDAMENTALES DE LOS MATERIALES NANOESTRUCTURADOS (FUNDAMENTAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED MATERIALS)

Materia: 1. Propiedades Fundamentales de los Materiales Nanoestructurados (Fundamental Properties of Nanostructured Materials)

1. PROPIEDADES FUNDAMENTALES DE LOS MATERIALES NANOESTRUCTURADOS (FUNDAMENTAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED MATERIALS)

Asignatura		Propiedades Fundamentales de los Materiales Nanoestructurados	
Créditos ECTS	6	Carácter	OBLIGATORIO
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, PRIMER SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer el estado del arte de la Nanociencia y la Nanotecnología, valorando su carácter multidisciplinar así como sus implicaciones sociales, económicas y legales. - Comprender las diferencias conceptuales entre los sistemas macro y nano, adquiriendo los conocimientos teóricos necesarios para aproximarse a la nanoescala. - Identificar materiales y compuestos de especial relevancia en la nanoescala, evaluando el grado de avance alcanzado y los problemas por resolver. - Comprender la importancia de los efectos superficiales y las nuevas fuerzas que aparecen en la nanoescala así como su influencia en las propiedades de los sistemas nanoscópicos. - Adquirir los conocimientos básicos necesarios para evaluar propiedades de especial interés en materiales nanoestructurados. - Conocer el estado de la legislación vigente sobre materiales nanoestructurados, analizando su potencial toxicidad y posible influencia sobre la salud, el medio ambiente y la sostenibilidad. 			
Resultados de aprendizaje			
El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...			

1. Reconocer materiales y compuestos de especial relevancia en la nanoescala, identificando el grado de avance alcanzado y los problemas por resolver.
2. Diferenciar los sistemas macro, micro y nano, identificando las herramientas fisicoquímicas necesarias para trabajar en la nanoescala.
3. Valorar el estado de la legislación vigente sobre materiales nanoestructurados, analizando su potencial toxicidad y posible influencia sobre la salud, el medio ambiente y la sostenibilidad.
4. Identificar el potencial científico y tecnológico de los materiales nanoestructurados valorando, por un lado, el interés social por la miniaturización de los dispositivos y con ello las nuevas y revolucionarias aplicaciones de éstos y, por otro lado, reconocer la existencia de un nuevo contexto científico y tecnológico regido por las leyes en la nanoescala, las leyes de la Mecánica Cuántica.

Contenidos

Introducción a la Nanociencia y la Nanotecnología. Nanomateriales vs. materiales macroscópicos. Introducción a la Química Supramolecular. Estructura y propiedades de moléculas orgánicas nanoscópicas (nanotubos, fullerenos, dendrímeros, copolímeros en bloque...). Química Física de superficies. Coloides, tensoactivos, monocapas, micelas, vesículas, cápsulas. Nanobiomateriales. Biomacromoléculas. Propiedades ópticas, eléctricas, magnéticas y mecánicas de los nanomateriales. Nanotoxicología y eco-nanotoxicología.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas y seminarios. Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real.	42	100

Metodologías Docentes

Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Realización de trabajos individuales o en grupos. Resolución de problemas. Tutorización y atención personalizada.
Uso de nuevas tecnologías (e-teaching, e-learning, e-testing).

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
<p>Sistema de evaluación continua</p> <p>a.- Prueba escrita (50% de la calificación final del módulo). En ella se valoran los conocimientos teóricos adquiridos y su aplicación a problemas de interés en Nanociencia y/o Nanotecnología así como el grado de éxito en adquisición de las competencias propias de este módulo. Este examen escrito constará de:</p> <p>(1) Cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a</p>	0 sobre 10	10 sobre 10

<p>desarrollar y (ii) preguntas tipo "test". A través de esta prueba escrita se evaluará el conocimiento del alumno sobre el estado del arte en Nanociencia/nanotecnología, propiedades eléctricas, magnéticas, ópticas y mecánicas propias de los nanomateriales, interrelación entre la estructura y la composición química de los materiales nanoestructurados, importancia de los efectos superficiales y el estado de la legislación vigente sobre Nanociencia y nanotecnología.</p> <p>(2) El examen también contará con una sección dedicada a la resolución de problemas y ejercicios donde se valorará la capacidad de tratamiento de los datos, evaluación de propiedades químico-físicas, distinción entre la macro y la nanoescala, utilización de las unidades del SI apropiadas, etc.</p> <p>b.- Participación del estudiante en las clases y seminarios, así como trabajos monográficos sobre temas incluidos en el módulo (50% de la calificación total del módulo). Mediante estas pruebas se pretenden evaluar los resultados del aprendizaje alcanzados en relación a las competencias propias de este módulo como interpretación de datos, destreza en la comunicación oral y escrita, interacción con compañeros y profesionales de otras disciplinas, etc.</p> <p>Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota la evaluación se realizará mediante una prueba escrita (50%) y una prueba oral (50%) ante un tribunal constituido por tres profesores de la asignatura. A través de estas pruebas el estudiante deberá demostrar su conocimiento sobre los temas impartidos en este módulo así como su capacidad de aplicar dichos conocimientos a problemas y situaciones concretas con una buena utilización del sistema de unidades, un correcto tratamiento e interpretación de datos experimentales, estado de la legislación vigente en temas de Nanociencia y Nanotecnología, toxicidad, nanoseguridad, etc. Estos conocimientos se valorarán en una escala de 1 a 10. Sus habilidades de comunicación científica también serán evaluadas a través de estas pruebas, en una escala de 1 a 10, y en las que se exigirá un correcto uso del lenguaje científico, medios audiovisuales, utilización de gráficas, claridad en la exposición, etc. Los exámenes tanto oral como</p>		
--	--	--

escrito se realizarán íntegramente en el idioma del curso: inglés.		
Observaciones		
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>		

2. PREPARACIÓN DE MATERIALES NANOESTRUCTURADOS (PREPARATION OF NANOSTRUCTURED MATERIALS)

Asignatura		Preparación de Materiales Nanoestructurados	
Créditos ECTS	6	Carácter	OBLIGATORIO
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, PRIMER SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Adquirir una visión de conjunto sobre diferentes técnicas químicas y físicas de preparación de materiales nanoestructurados. - Ser capaz de correlacionar las características únicas de los materiales de partida, la técnica de preparación utilizada y las características y propiedades finales de las nanoestructuras obtenidas. - Adquirir las habilidades necesarias para reconocer dificultades prácticas que conlleva la fabricación de materiales nanoestructurados, desarrollar la capacidad de diseñar estrategias para su solución y ser capaces de elegir la aproximación más conveniente en cada caso. - Adquirir competencias para la planificación, diseño y ejecución de experimentos en fabricación de nanomateriales, evaluando la problemática, los riesgos, y los resultados. 			
Resultados de aprendizaje			
El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de una visión crítica sobre diferentes técnicas químicas y físicas de preparación de materiales nanoestructurados identificando las ventajas y limitaciones de cada método acorde al tipo de material con el que se vaya a trabajar. 2. Identificar y correlacionar las características únicas de los materiales de partida, la técnica de preparación utilizada y las características y propiedades finales de las nanoestructuras obtenidas. 			

3. Valorar las dificultades prácticas que conlleva la fabricación de materiales nanoestructurados, desarrollar la capacidad de diseñar estrategias para su solución y ser capaz de elegir la aproximación más conveniente en cada caso.
4. Planificar, diseñar y ejecutar experimentos que permitan la fabricación de nanomateriales con un valor añadido, evaluando la problemática, los riesgos, y los resultados.

Contenidos

Introducción a los métodos de preparación de materiales nanoestructurales: aproximación descendente ("top-down") y ascendente ("bottom-up"). Métodos de preparación de películas delgadas, mono y multicapas moleculares: depósito químico en fase vapor, depósito físico en fase vapor, depósito en fase líquida, depósito en fase sólida, **electrodeposición**. **Litografía óptica**. **Litografía por haces de electrones**. **Litografía por haces de iones**. **Litografía mediante sonda local**. **Litografía mediante nanoimpresión**.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas. Discusión abierta de los conceptos básicos y las opciones de investigación. Comparación con el desarrollo real.	40	100
Clases de laboratorio. Plasmación práctica de los conceptos analizados en las clases teóricas. Preparación por parte del estudiante de materiales nanoestructurados.	20	100

Metodologías Docentes

Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Realización de trabajos individuales o en grupos. Resolución de problemas. Tutorización y atención personalizada.

Uso de nuevas tecnologías (e-teaching, e-learning, e-testing).

Metodología de enseñanza clases de laboratorio: Tutorización y atención personalizada en el laboratorio y en discusiones posteriores. Fomentar el trabajo en equipo. Discusión en grupo de los resultados obtenidos. Realización de informes individuales o en grupos sobre los resultados obtenidos en el laboratorio.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
La calificación final de este módulo será proporcional al bloque de 4 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos de la materia y los 2 créditos prácticos de laboratorio e interpretación de los resultados obtenidos en éste.	0 sobre 10	10 sobre 10
Sistema de evaluación continua		

Evaluación de los 4 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos (65% de la calificación final):

Prueba escrita al final del período docente del primer semestre (50% de la calificación final de estos 4 créditos ECTS). En ella se valoran las competencias adquiridas por el estudiante en forma de conocimientos teóricos adquiridos y su aplicación a la fabricación de materiales nanoestructurados mediante las técnicas top-down y bottom-up correlacionando el grado de orden y arquitectura de los nanomateriales obtenidos con sus propiedades. El examen constará de (1) cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar y (ii) preguntas tipo "test" y (2) resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre las técnicas de preparación de materiales nanoestructurados.

Evaluación de los 2 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos (35% de la calificación final de este módulo):

a.- Los profesores de prácticas evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (50%). En este punto se considerarán aspectos fundamentales como habilidades en manejo del instrumental, planificación adecuada y precisión a la hora de realizar los experimentos, atención a los detalles, capacidad para resolver los problemas o dificultades no previstas que puedan presentarse, etc.

b.- Informes preparados por los estudiantes con los resultados obtenidos en el laboratorio y su interpretación (50%). Los profesores de los créditos prácticos de esta asignatura valorarán los informes entregados por los alumnos sobre sus resultados en el laboratorio y la interpretación de aquellos. Se atenderá especialmente a verificar que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, manejo de técnicas de fabricación de nanomateriales, reconocimiento de las dificultades experimentales en dichos procesos, evaluación de la problemática, riesgos y dificultades, interpretación de los resultados obtenidos, presentación profesional de los resultados adquiridos en el laboratorio y capacidad de comunicación escrita con un lenguaje preciso y propio de la temática que nos ocupa.

<p>Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota, la evaluación se realizará mediante:</p> <p>1.- 50% Una prueba escrita con cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar de alguno de los que se indican en el apartado "breve introducción a la asignatura" de esta guía docente donde aparecen los contenidos de la misma y (ii) preguntas tipo "test" y/o de respuesta breve, también referidas a los contenidos impartidos durante las clases y resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre fabricación de nanomateriales, nanoestructuras y técnicas nano-litográficas.</p> <p>2.- 25% Defensa oral ante un tribunal de tres miembros formado por profesorado del máster de un trabajo monográfico (del que también se presentará una memoria). En esta prueba se valorará del 1 al 10 su capacidad para realizar búsquedas bibliográficas, explicar correctamente el estado del arte del tema sobre el que le ha tocado trabajar, así como su capacidad de síntesis. Sus habilidades de comunicación científica que también serán evaluadas del 1 al 10 a través de estas pruebas en las que se exigirá un correcto uso del lenguaje científico, medios audiovisuales, utilización de gráficas, claridad en la exposición, etc. Los exámenes tanto oral como escrito se realizarán íntegramente en el idioma del curso: inglés.</p> <p>3.- 25%. En primer lugar se realizará una prueba de tipo test, que habrá de superarse antes de entrar en el laboratorio. En ella se valorará si el estudiante está lo suficientemente preparado para respetar la normativa de seguridad en el laboratorio y si está capacitado para el manejo de la instrumentación implicada en la prueba práctica. Ésta será una prueba eliminatoria, que se superará únicamente con una calificación de 8 sobre 10. Este primer test tendrá un valor del 5% del total de esta prueba. Si se supera el test entonces el estudiante comenzará el examen de laboratorio que consistirá en la realización de un trabajo experimental en el que el alumno deberá demostrar que es capaz de planificar los experimentos convenientes a la vista de los objetivos que debe alcanzar y ejecutar dichos experimentos de forma adecuada manejando correctamente la instrumentación correspondiente (siendo</p>		
---	--	--

<p style="color: red;">supervisado en todo momento por un experto que interrumpirá el examen si observase que el estudiante está poniendo en peligro el equipo o equipos utilizados o su propia seguridad), obteniendo una serie de datos que también deberá ser capaz de interpretar. Esta segunda parte tendrá un valor del 95% del total de esta prueba.</p> <p style="color: red; text-align: center;">Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas tres partes del examen para poder superar la asignatura. Para aprobar la asignatura deberá obtener una nota promedio superior a 5 puntos sobre 10.</p>		
Observaciones		
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>		

3. ENSAMBLAJE Y FABRICACIÓN DE NANOESTRUCTURAS (ASSEMBLY AND FABRICATION OF NANOSTRUCTURES)

Asignatura		ENSAMBLAJE Y FABRICACIÓN DE NANOESTRUCTURAS	
Créditos ECTS	6	Carácter	OBLIGATORIO
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, PRIMER SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiriere			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento teórico de los métodos de preparación de nanoestructuras. - Adquirir competencias para la planificación, diseño y ejecución de experimentos en fabricación de nanomateriales, evaluando la problemática, los riesgos, y los resultados. - Conocer los equipos y métodos de preparación de nanoestructuras mediante técnicas bottom-up y top-down. 			
Resultados de aprendizaje			
El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...			

1. Identificar claramente los diferentes tipos de nanoestructuras (0D, 1D, 2D y 3D) y los métodos químicos y físicos disponibles para su fabricación.
2. Reconocer las distintas arquitecturas supramoleculares y macromoleculares, su importancia en química y las potenciales aplicaciones de éstas en diversos campos de la Nanotecnología, proponiendo diseños estructurales racionales y herramientas de síntesis química efectivas para la fabricación y el ensamblaje de estructuras funcionales.
3. Planificar, diseñar y llevar a cabo experimentos con vistas a la fabricación de nanomateriales, evaluando la problemática, los riesgos, y los resultados.

Contenidos

Nanomateriales y nanoestructuras: nanopartículas, puntos cuánticos, nanotubos, nanohilos, nanoláminas, nanocomposites, polímeros, dendrímeros y liposomas. Autoensamblado jerárquico y autoorganización molecular: nanoestructuras supramoleculares, crecimiento por autoensamblaje bioquímico, etc. Quiralidad en superficies. Funcionalización de nanoestructuras.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas. Discusión abierta de los conceptos básicos y las opciones de investigación. Comparación con el desarrollo real.	40	100
Clases de laboratorio. Plasmación práctica de los conceptos analizados en las clases teóricas. Preparación por parte del estudiante de materiales nanoestructurados.	20	100

Metodologías Docentes

Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Realización de trabajos individuales o en grupos. Resolución de problemas. Tutorización y atención personalizada.

Uso de nuevas tecnologías (e-teaching, e-learning, e-testing).

Metodología de enseñanza clases de laboratorio: Tutorización y atención personalizada en el laboratorio y en discusiones posteriores. Fomentar el trabajo en equipo. Discusión en grupo de los resultados obtenidos. Realización de informes individuales o en grupos sobre los resultados obtenidos en el laboratorio.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
	0 sobre 10	10 sobre 10

La calificación final de este módulo será proporcional al bloque de 4 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos de la materia y los 2 créditos prácticos de laboratorio e interpretación de los resultados obtenidos en éste.

Sistema de evaluación continua

Evaluación de los 4 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos (65% de la calificación final):

Prueba escrita al final del período docente del primer semestre. En ella se valoran las competencias adquiridas por el estudiante en forma de conocimientos teóricos adquiridos relativos al ensamblaje y fabricación de nanoestructuras. El examen constará de (1) cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar y (ii) preguntas tipo "test" y (2) resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre nanomateriales, nanoestructuras y técnicas nano-litográficas.

Evaluación de los 2 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos del módulo (35% de la calificación final de este módulo):

a.- Los profesores de prácticas evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (50%). En este punto se considerarán aspectos fundamentales como habilidades en manejo del instrumental, precisión a la hora realizar los experimentos, atención a los detalles, capacidad para resolver los problemas o dificultades no previstas que puedan presentarse, etc.

b.- Informes preparados por los estudiantes con los resultados obtenidos en el laboratorio y su interpretación (50%). Los profesores de los créditos prácticos de esta asignatura valorarán los informes entregados por los alumnos sobre sus resultados en el laboratorio y la interpretación de estos. Se atenderá especialmente a verificar que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, capacidad para fabricar en el laboratorio materiales nanoestructurados mediante procedimientos de autoensamblaje, dominio de las técnicas para funcionalización de nanoestructuras y conocimiento de las técnicas nanolitográficas a las que tendrán acceso en las prácticas propias de este módulo. Asimismo, se valorará la capacidad de comunicación escrita

del estudiante, manejo del lenguaje con el apropiado rigor científico, calidad y presentación de los informes.

Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota, la evaluación se realizará mediante:

1.- 75%: Una prueba escrita con cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar de alguno de los que se indican en el apartado "breve introducción a la asignatura" de esta guía docente donde aparecen los contenidos de la misma y (ii) preguntas de respuesta breve y/o de tipo "test" también referidas a los contenidos impartidos durante las clases y resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre fabricación de nanomateriales, nanoestructuras y técnicas nano-litográficas. La calidad científica y la capacidad de comunicación se valorarán con una puntuación de 1 a 10.

2.- 25%. En primer lugar se realizará una prueba de tipo test, que habrá de superarse antes de entrar en el laboratorio. En ella se valorará si el estudiante está lo suficientemente preparado para respetar la normativa de seguridad en el laboratorio y si está capacitado para el manejo de la instrumentación implicada en la prueba práctica. Ésta será una prueba eliminatoria, que se superará únicamente con una calificación de 8 sobre 10. Este primer test tendrá un valor del 5% del total de esta prueba. Si se supera el test entonces el estudiante comenzará el examen de laboratorio que consistirá en la realización de un trabajo experimental en el que el alumno deberá demostrar que es capaz de planificar los experimentos convenientes a la vista de los objetivos que debe alcanzar y ejecutar dichos experimentos de forma adecuada manejando correctamente la instrumentación correspondiente (siendo supervisado en todo momento por un experto que interrumpirá el examen si observase que el estudiante está poniendo en peligro el equipo o equipos utilizados o su propia seguridad). Esta parte tendrá un peso del 65% de la calificación de esta prueba. Finalmente, deberá interpretar los datos obtenidos y redactar un informe donde analice los resultados obtenidos y las principales conclusiones. Se valorará de 1 a 10 la calidad científica del informe presentado y las habilidades de

<p style="color: red;">comunicación del estudiante. Este informe tendrá un valor de un 30% del peso total de esta prueba.</p> <p style="color: red; text-align: center;">Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas dos partes del examen para poder superar la asignatura. Además, se exigirá un promedio igual o superior a 5 puntos sobre 10 para aprobar.</p>		
Observaciones		
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>		

4. CARACTERIZACIÓN I: TÉCNICAS FÍSICO-QUÍMICAS (CHARACTERIZATION I: PHYSICAL-CHEMICAL TECHNIQUES)

Asignatura		CARACTERIZACIÓN I: TÉCNICAS FÍSICO-QUÍMICAS	
Créditos ECTS	6	Carácter	OBLIGATORIO
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, SEGUNDO SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento teórico y práctico de técnicas de caracterización de superficies y nanosistemas. - Familiarización con las diferentes técnicas. - Diferenciar las aportaciones de índole morfológica, estructural, analítica y magnética de diferentes técnicas básicas en nanociencia. - Identificar fenómenos y problemas específicos en que la utilización de este tipo de instrumentación puede aportar información esencial. - Valorar las dificultades de observación relacionadas con la resolución de los instrumentos y las condiciones ambientales en que han de realizarse las medidas. 			
Resultados de aprendizaje			
<p style="color: red;">El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de una visión de conjunto de diferentes técnicas caracterización de superficies y nanosistemas, conociendo la información aportada por cada una de ellas. 			

2. Ser capaz de aplicar la técnica de caracterización más apropiada en función de la información morfológica, estructural, analítica o magnética que se desea obtener.
3. Identificar fenómenos y problemas específicos en que la utilización de este tipo de instrumentación puede aportar información esencial.
4. Valorar las dificultades de observación relacionadas con la resolución de los instrumentos y las condiciones ambientales en que han de realizarse las medidas.

Contenidos

Espectroscopia de fotoelectrones (XPS y UPS). Espectroscopia Auger (AES). Técnicas SANS y de difracción de rayos X y neutrones. Mosbauer. Técnicas basadas en la utilización de la radiación sincrotrón: XANES, EXAFS y dicroísmo magnético. Caracterización magnética de nanosistemas (SQUID, VSM, MOKE). Sondas hall y micro-SQUIDS. Porosimetría (BET). Microbalanza de cuarzo (QCM). Espectrometría laser Raman. SERS. Espectrometría FTIR, ATR y PM-IRRAS. Técnicas electroquímicas.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas. Discusión abierta de los conceptos básicos y las opciones de investigación. Comparación con el desarrollo real.	20	100
Clases de laboratorio. Plasmación práctica de los conceptos analizados en las clases teóricas. Preparación por parte del estudiante de materiales nanoestructurados.	40	100

Metodologías Docentes

Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Realización de trabajos individuales o en grupos. Resolución de problemas. Tutorización y atención personalizada.

Uso de nuevas tecnologías (e-teaching, e-learning, e-testing).

Metodología de enseñanza clases de laboratorio: Tutorización y atención personalizada en el laboratorio y en discusiones posteriores. Fomentar el trabajo en equipo. Discusión en grupo de los resultados obtenidos. Realización de informes individuales o en grupos sobre los resultados obtenidos en el laboratorio.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
La calificación final de este módulo será proporcional al bloque de 2 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos de la materia y los 4 créditos prácticos de laboratorio e interpretación de los resultados obtenidos en éste.	0 sobre 10	10 sobre 10

Sistema de evaluación continua

Evaluación de los 2 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos (35% de la calificación final):

Prueba escrita al final del período docente del primer semestre. En ella se valoran las competencias adquiridas por el estudiante en forma de conocimientos teóricos adquiridos relativos a la caracterización de superficies mediante las técnicas contempladas en este módulo. El examen constará de (1) cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar y (ii) preguntas tipo "test" y (2) resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre las técnicas de caracterización de superficies y la interpretación de los espectros y datos obtenidos

Evaluación de los 4 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos del módulo (57% de la calificación final de este módulo):

a.- Los profesores de prácticas evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (50%). En este punto se considerarán aspectos fundamentales como habilidades en manejo del instrumental, preparación de las muestras, atención a los detalles, interpretación de los resultados que se van obteniendo y propuesta de experimentos adicionales, etc.

b.- Informes preparados por los estudiantes con los resultados obtenidos en el laboratorio y su interpretación (50%). Los profesores de los créditos prácticos de esta asignatura valorarán los informes entregados por los alumnos sobre sus resultados en el laboratorio y la interpretación de éstos. Se comprobará que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, capacidad para preparar las muestras de forma correcta antes de proceder a su estudio, manejo de los equipos, información que se pretende obtener con cada técnica de caracterización, etc. Asimismo se valorará la presentación y calidad de los informes presentados, manejo del lenguaje, interpretación de los datos, etc.

Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota, la evaluación se

realizará mediante:

1.- Evaluación de los créditos teóricos (43%) Una prueba escrita con cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar de alguno de los que se indican en el apartado "breve introducción a la asignatura" de esta guía docente donde aparecen los contenidos de la misma y (ii) preguntas tipo de respuesta breve o de tipo "test", ejercicios y problemas también referidos a los contenidos impartidos durante las clases y resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre caracterización de materiales mediante las técnicas que se analizan en este módulo. Se valorará de 1 a 10 tanto el rigor y calidad científica de las respuestas como la capacidad de comunicación escrita del estudiante.

2.- Evaluación de los créditos prácticos (57%). En primer lugar se realizará una prueba de tipo test, que habrá de superarse antes de entrar en el laboratorio. En ella se valorará si el estudiante está lo suficientemente preparado para respetar la normativa de seguridad en el laboratorio y si está capacitado para el manejo de la instrumentación implicada en la prueba práctica. Ésta será una prueba eliminatoria, que se superará únicamente con una calificación de 8 sobre 10. Este primer test tendrá un valor del 5% del total de esta prueba. Si se supera el test entonces el estudiante comenzará el examen de laboratorio que consistirá en la realización de un trabajo experimental en el que el alumno deberá demostrar que es capaz de planificar los experimentos convenientes a la vista de los objetivos que debe alcanzar y ejecutar dichos experimentos de forma adecuada manejando correctamente la instrumentación correspondiente (siendo supervisado en todo momento por un experto que interrumpirá el examen si observase que el estudiante está poniendo en peligro el equipo o equipos utilizados o su propia seguridad). Deberá asimismo interpretar los datos obtenidos. Esta parte de la prueba tendrá un peso del 95% de esta prueba de evaluación de los créditos prácticos.

Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas dos partes del examen para poder superar la asignatura. Además de deberá obtener un promedio igual o superior a 5 puntos sobre 10 para aprobar.

Observaciones
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>

5. CARATERIZACIÓN II: MICROSCOPIAS AVANZADAS (CHARACTERIZATION II: ADVANCED MICROSCOPIES)

Asignatura		Caracterización II: Microscopias Avanzadas	
Créditos ECTS	6	Carácter	OBLIGATORIO
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, SEGUNDO SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento teórico y práctico de la microscopia electrónica, sonda local y "dual-beam". - Familiarizarse con las técnicas de preparación de materiales para su observación y a escala nanométrica. - Diferenciar las aportaciones de índole morfológica, estructural y analítica a nivel nanométrico basados en las diferentes microscopias - Identificar fenómenos y problemas específicos en que la utilización de este tipo de instrumentación puede aportar información esencial. - Valorar las dificultades de observación relacionados con la resolución de los instrumentos y las condiciones ambientales en que han de realizarse las medidas. 			
Resultados de aprendizaje			
<p style="color: red;">El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer los fundamentos teóricos y prácticos de la microscopia electrónica, sonda local y "dual-beam". 2. Ser capaz de planificar experimentos que hacen uso de las microscopias avanzadas aplicando las técnicas de preparación de materiales para su observación a escala nanométrica. 3. Saber diferenciar las aportaciones de índole morfológica, estructural y analítica a nivel nanométrico basadas en las diferentes microscopias. 4. Identificar fenómenos y problemas específicos en que la utilización de este tipo de instrumentación puede aportar información esencial. 			

5. Valorar las dificultades de observación relacionadas con la resolución de los instrumentos y las condiciones ambientales en que han de realizarse las medidas.
6. Identificar las microscopias de sonda local, AFM y STM, como nanoherramientas con las que poder manipular la materia en la escala nanométrica.

Contenidos

Microscopia electrónica de barrido, SEM. Microscopia electrónica de transmisión, TEM (imagen y difracción). Técnicas de análisis asociados a la microscopia electrónica: Dispersión de rayos X y de pérdidas de energía de electrones. Microscopia de fuerzas atómicas y magnéticas. Microscopia de efecto túnel.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas. Discusión abierta de los conceptos básicos y las opciones de investigación. Comparación con el desarrollo real.	30	100
Clases de laboratorio. Plasmación práctica de los conceptos analizados en las clases teóricas. Preparación por parte del estudiante de materiales nanoestructurados.	30	100

Metodologías Docentes

Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Realización de trabajos individuales o en grupos. Resolución de problemas. Tutorización y atención personalizada.

Uso de nuevas tecnologías (e-teaching, e-learning, e-testing).

Metodología de enseñanza clases de laboratorio: Tutorización y atención personalizada en el laboratorio y en discusiones posteriores. Fomentar el trabajo en equipo. Discusión en grupo de los resultados obtenidos. Realización de informes individuales o en grupos sobre los resultados obtenidos en el laboratorio.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
La calificación final de este módulo será proporcional al bloque de 3 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos de la materia y los 3 créditos prácticos de laboratorio e interpretación de los resultados obtenidos en éste.	0 sobre 10	10 sobre 10

Evaluación continua

Evaluación de los 3 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos (50% de la calificación final de este módulo):

Prueba escrita al final del período docente del segundo semestre. En ella se valoran las competencias adquiridas por el estudiante en forma de conocimientos teóricos adquiridos relativos a la caracterización de superficies mediante microscopias avanzadas. El examen constará de (1) cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar y (ii) preguntas tipo "test" y (2) resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre las técnicas de caracterización de microscopía avanzadas estudiadas en este módulo.

Evaluación de los 3 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos del módulo (50% de la calificación final de este módulo):

a.- Los profesores de prácticas evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (50%). En este punto se considerarán aspectos fundamentales como preparación de las muestras, habilidades en manejo del instrumental, atención a los detalles, interpretación de los resultados que se van obteniendo, propuesta de experimentos adicionales, etc.

b.- Informes preparados por los estudiantes con los resultados obtenidos en el laboratorio y su interpretación (50%). Los profesores de los créditos prácticos de esta asignatura valorarán los informes entregados por los alumnos sobre sus resultados en el laboratorio y la interpretación de éstos. Se comprobará que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, capacidad para preparar las muestras de forma correcta antes de proceder a su estudio, manejo de los equipos, información que se pretende obtener con cada técnica de microscopía, manejo del software propio de cada equipo para obtener información más detallada de las imágenes obtenidas, tratamiento de los datos, etc. Asimismo se valorará la presentación y calidad de los informes presentados, manejo del lenguaje, interpretación de los datos, etc.

Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota, la evaluación se realizará mediante:

1.- 25% Una prueba escrita con cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar de alguno de los que se indican en el apartado "breve introducción a la asignatura" de esta guía docente donde aparecen los contenidos de la misma y (ii) preguntas tipo "test" y/o de respuesta breve, también referidas a los contenidos impartidos durante las clases y resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre microscopias avanzadas.

2.- 25% Defensa oral ante un tribunal de tres miembros formado por profesorado del máster de un trabajo monográfico (del que también se presentará una memoria). En esta prueba se valorará del 1 al 10 o de muy bajo a muy alto,.. su capacidad para realizar búsquedas bibliográficas, explicar correctamente el estado del arte del tema sobre el que le ha tocado trabajar, así como su capacidad de síntesis. Sus habilidades de comunicación científica también serán evaluadas del 1 al 10 a través de estas pruebas en las que se exigirá un correcto uso del lenguaje científico, medios audiovisuales, utilización de gráficas, claridad en la exposición, etc. Los exámenes tanto oral como escrito se realizarán íntegramente en el idioma del curso: inglés.

3.- 50%. En primer lugar se realizará una prueba de tipo test, que habrá de superarse antes de entrar en el laboratorio. En ella se valorará si el estudiante está lo suficientemente preparado para respetar la normativa de seguridad en el laboratorio y si está capacitado para el manejo de la instrumentación implicada en la prueba práctica. Ésta será una prueba eliminatoria, que se superará únicamente con una calificación de 8 sobre 10. Este primer test tendrá un valor del 5% del total de esta prueba. Si se supera el test entonces el estudiante comenzará el examen de laboratorio que consistirá en la realización de un trabajo experimental en el que el alumno deberá demostrar que es capaz de planificar los experimentos convenientes a la vista de los objetivos que debe alcanzar y ejecutar dichos experimentos de forma adecuada manejando correctamente la instrumentación correspondiente (siendo

<p style="color: red;">supervisado en todo momento por un experto que interrumpirá el examen si observase que el estudiante está poniendo en peligro el equipo o equipos utilizados o su propia seguridad), obteniendo una serie de datos que también deberá ser capaz de interpretar. Esta segunda parte tendrá un valor del 95% del total de esta prueba.</p> <p style="color: red; text-align: center;">Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas tres partes del examen para poder superar la asignatura. En cualquier caso, será necesario un promedio mínimo de 5 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.</p>		
Observaciones		
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>		

6. EJEMPLOS DE APLICACIONES INDUSTRIALES (CASE STUDIES OF INDUSTRIAL APPLICATIONS)

Asignatura		EJEMPLOS DE APLICACIONES INDUSTRIALES	
Créditos ECTS	6	Carácter	OBLIGATORIO
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, PRIMER SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Valorar la importancia del mercado de productos nanotecnológicos. - Apreciar el potencial de la Nanotecnología como disciplina horizontal capaz de integrarse en numerosos procesos de fabricación. - Identificar las características diferenciales que la aplicación de la escala nano puede conferir a determinados productos comerciales. - Identificar las dificultades que existen para llevar a la práctica comercial los avances logrados en el laboratorio. 			

- Conocer de primera mano experiencias industriales concretas, de la mano de sus protagonistas.
- Reconocer los factores de diseño en productos de alta tecnología, y las características que los convierten en productos de éxito comercial.

Resultados de aprendizaje

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

1. Identificar las características diferenciales que la aplicación de la escala nano puede conferir a determinados productos comerciales.
2. Identificar las dificultades que existen para llevar a la práctica comercial los avances logrados en el laboratorio.
3. Enumerar y describir productos del mercado (textil, automovilístico, farmacéutico, tecnológico, construcción, etc.) basados en materiales nanoestructurados.
4. Reconocer los factores de diseño en productos de alta tecnología, y las características que los convierten en productos de éxito comercial.

Contenidos

Se sigue el método de "casos de estudio", con una descripción del mercado antes de la introducción de un producto nanotecnológico, identificación de la oportunidad, diseño de producto o proceso, implementación tecnológica y comercialización. Se discutirán diversos casos de estudio en diversas áreas (industria farmacéutica, del automóvil, textil, cosmética, biotecnológica, fabricación de sensores). En esta asignatura se incluirán también seminarios específicos para preparar la exposición de uno o varios casos industriales (ej. técnicas de biofuncionalización).

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas. Discusión abierta de los conceptos básicos y las opciones de investigación. Comparación con el desarrollo real.	42	100
Los profesores del módulo se encargarán de tutorizar y supervisar el "caso de estudio" sobre el que cada estudiante habrá de preparar una memoria.	18	50

Metodologías Docentes

Los alumnos asistirán a charlas impartidas por profesionales de la industria o científicos especializados en temas de gran actualidad e impacto. Tendrán la oportunidad de interactuar a través de preguntas, mesas redondas y coloquios con estos especialistas.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
<p>Evaluación continua</p> <p>a.- Los profesores de prácticas evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (20%). En este punto se evaluarán del 1 al 10 aspectos fundamentales como habilidades en manejo del instrumental, precisión a la hora realizar los experimentos, atención a los detalles, capacidad para resolver los problemas o dificultades no previstas que puedan presentarse, etc.</p> <p>b.- Resolución de los cuestionarios planteados por el profesorado de prácticas donde se incluirán preguntas sobre los fundamentos teóricos en los que se apoya la práctica así como el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio (40%). Los profesores de los créditos prácticos de esta asignatura valorarán, del 1 al 10, los cuestionarios e informes entregados por los alumnos sobre sus resultados en el laboratorio y la interpretación de estos. Se atenderá especialmente a verificar que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, manejo de técnicas de fabricación de nanomateriales, reconocimiento de las dificultades experimentales en dichos procesos, evaluación de la problemática, riesgos y dificultades, interpretación de los resultados obtenidos, presentación profesional de los resultados adquiridos en el laboratorio y capacidad de comunicación escrita con un lenguaje preciso y propio de la temática que nos ocupa.</p> <p>c.- Los estudiantes elaborarán un informe con un elevado grado de detalle (introducción donde se plantee el estado del arte del tema correspondiente, objetivos, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía) de una sola de las prácticas que se realizarán en este módulo (40%). Se atenderá especialmente a verificar que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, capacidad para diseñar y fabricar un dispositivo nanotecnológico. Asimismo, se valorará la capacidad de comunicación escrita del estudiante, manejo del lenguaje con el apropiado rigor científico, calidad y presentación del informe.</p>	0 sobre 10	10 sobre 10

Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas tres partes de la evaluación para poder superar la asignatura. En cualquier caso el promedio de estos tres apartados habrá de ser de al menos 5 puntos sobre 10 para superar la asignatura.

Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota, la evaluación se realizará mediante:

En primer lugar se realizará una prueba de tipo test, que habrá de superarse antes de entrar en el laboratorio. En ella se valorará si el estudiante está lo suficientemente preparado para respetar la normativa de seguridad en el laboratorio y si está capacitado para el manejo de la instrumentación implicada en la prueba práctica. Ésta será una prueba eliminatoria, que se superará únicamente con una calificación de 8 sobre 10. Este primer test tendrá un valor del 5% del total de esta prueba. Si se supera el test entonces el estudiante comenzará el examen de laboratorio que consistirá en la realización de un trabajo experimental en el que el alumno deberá demostrar que es capaz de planificar los experimentos convenientes a la vista de los objetivos que debe alcanzar y ejecutar dichos experimentos de forma adecuada manejando correctamente la instrumentación correspondiente (siendo supervisado en todo momento por un experto que interrumpirá el examen si observase que el estudiante está poniendo en peligro el equipo o equipos utilizados o su propia seguridad). Esta parte tendrá un peso del 65% de la calificación de esta prueba. Finalmente, deberá interpretar los datos obtenidos y redactar un informe donde analice los resultados obtenidos y las principales conclusiones. Se valorará de 1 a 10 la calidad científica del informe presentado y las habilidades de comunicación del estudiante. Este informe tendrá un valor de un 30% del peso total de esta prueba.

Observaciones
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>

OPTATIVAS

7. A. INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN NANOCIENCIA

Asignatura		INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN NANOCIENCIA	
Créditos ECTS	5	Carácter	OPTATIVA
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, PRIMER SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Familiarizarse con la búsqueda bibliográfica tanto de literatura científica como de patentes. - Plantear correctamente el establecimiento del estado del arte de una temática en el campo de la Nanociencia y la Nanotecnología. - Redactar y editar literatura científica en inglés en el campo de la Nanociencia y la Nanotecnología: redacción de artículos, informes técnicos, memorias académicas, solicitudes de becas, proyectos, etc. - Comunicar oralmente sus resultados e interpretaciones. 			
Resultados de aprendizaje			
<p>El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer las principales bases de datos y utilizar criterios eficientes de búsqueda. 2. Identificar las lagunas y temas candentes en una temática científica planteando los retos que supone avanzar en el estado del arte. 3. Ser capaz de comunicar sus conocimientos científicos y resultados tanto en presentaciones orales como en memorias, informes, artículos etc. 4. Conocer el método científico 			
Contenidos			
<p>Introducción a la búsqueda bibliográfica (puesta al día de la materia; estado del arte; buscadores; redacción del estado del arte; gestión de referencias bibliográficas: herramientas informáticas;</p>			

estudios de mercado). Descripción del proceso de investigación (nociones básicas sobre investigación: la ciencia y el método científico; el proceso general de la investigación; recolección de datos y su análisis; interpretación de los resultados; ética y protección de datos; difusión de los resultados; comunicación científica oral y escrita). Recursos de la carrera investigadora (incipios: becas y técnicas para aumentar las opciones; contrato predoctoral: mapa de centros de investigación; estancias de especialización: criterios para la elección de centros; etapa postdoctoral). Emprendimiento empresarial (comienzos; protección de la investigación: patentes; estrategia de negocio y sociedad).

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas. Discusión abierta de los conceptos básicos y las opciones de investigación. Comparación con el desarrollo real.	30	100
Clases prácticas de ordenador. Plasmación práctica de los conceptos discutidos en las clases teóricas. Realización por parte del estudiante de búsquedas bibliográficas, patentes y su gestión.	10	100
Seminarios individuales y presentación en grupo.	10	50

Metodologías Docentes

Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Tutorización y atención personalizada. Organización, seguimiento y evaluación de las actividades. Plasmación práctica de los conceptos discutidos en las clases teóricas. Realización por parte del estudiante de búsquedas bibliográficas, patentes y su gestión.

Tutorización y atención personalizada. Realización de informes individuales o en grupos sobre el estado del arte sobre temas candentes en Nanociencia/Nanotecnología previamente seleccionados por el profesorado. Discusión en grupo de los resultados obtenidos: exposición oral del estado del arte de las temáticas seleccionadas.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
La calificación final de este módulo será proporcional al bloque de 3 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos de la materia y los 2 créditos prácticos de ordenador, elaboración de memorias y su presentación.	0 sobre 10	10 sobre 10
Evaluación de créditos ECTS dedicado a los aspectos teóricos		

<p>(60% de la calificación final): pruebas escritas tipo test realizadas a lo largo del periodo docente. En ellas se valoran las competencias adquiridas por el alumno en forma de conocimientos teóricos adquiridos sobre la búsqueda bibliográfica, el método científico y los recursos de la carrera investigadora.</p> <p>Evaluación de los 2 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos del módulo (40% de la calificación final de este módulo):</p> <p style="padding-left: 20px;">a.- Los profesores de prácticas de ordenador evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos (50% de la evaluación de los 2 créditos prácticos).</p> <p style="padding-left: 20px;">b.- Informes preparados por los estudiantes con los resultados obtenidos en la búsqueda bibliográfica (25% de la evaluación de los 2 créditos prácticos) y presentación oral de dichos informes (25% de la evaluación de los 2 créditos prácticos). Los profesores de los créditos prácticos de esta asignatura valorarán los informes entregados por los alumnos sobre el estado del arte de las materias tratadas. Se comprobará que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, búsqueda bibliográfica, identificación de los retos para avanzar en el estado del arte. Asimismo se valorará la capacidad de comunicación tanto escrita como oral del alumno y el manejo científico-técnico del lenguaje.</p> <p>Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias, un tribunal de tres profesores de la asignatura evaluará una memoria y una presentación oral sobre un trabajo en el que el estudiante habrá de revisar el estado del arte sobre la temática que se le indique, demostrando sus habilidades en la búsqueda bibliográfica (20% de la calificación final). Además, el estudiante habrá de realizar una prueba escrita tipo test (60%) y una prueba práctica de ordenador (20%).</p>		
--	--	--

Observaciones

Sistema de calificaciones: Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).

7.B. FABRICACIÓN DE MICRO Y NANODISPOSITIVOS

Asignatura		FABRICACIÓN DE MICRO Y NANODISPOSITIVOS	
Créditos ECTS	5	Carácter	OPTATIVA
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, SEGUNDO SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Familiarizarse con desarrollos recientes específicos en investigación que han dado origen a aplicaciones micro y nanotecnológicas. - Identificar oportunidades de aplicación de la teoría y el conocimiento de los fenómenos que tienen lugar en la nanoescala, para la realización de dispositivos y aplicaciones concretas. - Valorar las dificultades prácticas que tiene la realización práctica de una idea o concepto. 			
Resultados de aprendizaje			
<p>El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es capaz de identificar y describir con rigor algunos de los desarrollos recientes específicos en investigación que han dado origen a aplicaciones nanotecnológicas. 2. Identificar oportunidades de aplicación de la teoría y el conocimiento de los fenómenos que tienen lugar en la nanoescala, para la realización de dispositivos y aplicaciones concretas. 3. Valorar las dificultades reales que conlleva la realización práctica de una idea o concepto. 			
Contenidos			
<p>Se describen en detalle algunos ejemplos concretos de aplicaciones nanotecnológicas, explicando el fundamento (fenómeno físico o químico que da origen al desarrollo en cuestión), el planteamiento del problema, las etapas del desarrollo, las dificultades encontradas y el resultado final.</p>			
ACTIVIDADES FORMATIVAS			
Actividad formativa		Nº Horas	% Presencialidad
Clases magistrales participativas. Discusión abierta de los conceptos básicos y las opciones de investigación. Comparación con el desarrollo real.		10	100
Clases de laboratorio. Plasmación práctica de los conceptos discutidos en las clases teóricas. Realización por parte del estudiante de ensayos de fabricación y/o medidas sobre el dispositivo final.		40	100

Metodologías Docentes		
<p>Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Tutorización y atención personalizada. Organización, seguimiento y evaluación de las actividades. Tutorización y atención personalizada en el laboratorio y en discusiones posteriores. Fomentar el trabajo en equipo. Discusión en grupo de los resultados obtenidos. Realización de informes individuales o en grupos sobre los resultados obtenidos en el laboratorio.</p>		
SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
<p>La calificación final de este módulo será proporcional al bloque de 1 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos de la materia y los 4 créditos prácticos de laboratorio e interpretación de los resultados obtenidos en éste.</p> <p>Evaluación de créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos (20% de la calificación final): Prueba escrita al final del período docente del segundo semestre. En ella se valoran las competencias adquiridas por el alumno en forma de conocimientos teóricos adquiridos sobre los desarrollos recientes específicos en investigación que han dado origen a aplicaciones nanotecnológicas. El examen constará de (1) cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar y (ii) preguntas tipo "test".</p> <p>Evaluación de los 5 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos del módulo (80% de la calificación final de este módulo):</p> <p style="margin-left: 20px;">a.- Los profesores de prácticas evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (50% de la evaluación de los 6 créditos prácticos). En este punto se considerarán aspectos fundamentales como la comprensión previa del modo de funcionamiento del nanodispositivo que se va a preparar, puesta en práctica de los conocimientos teóricos del alumno, habilidades en su fabricación de los dispositivos en el laboratorio, etc.</p> <p style="margin-left: 20px;">b.- Informes preparados por los estudiantes con los resultados obtenidos en el laboratorio y su interpretación (50% de la evaluación de los 4 créditos prácticos). Los profesores de los créditos prácticos de esta asignatura valorarán los informes entregados por los alumnos sobre sus resultados en el laboratorio y la interpretación de éstos. Se comprobará que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir,</p>	0 sobre 10	10 sobre 10

identificación de las oportunidades de aplicación de la teoría y el conocimiento de los fenómenos que tienen lugar a la nanoescala, para la realización de dispositivos y aplicaciones concretas. Ser conscientes de las limitaciones y dificultades en la fabricación de un nanodispositivo, y finalmente evaluación del grado de éxito en las propiedades y funcionalización del nanodispositivo fabricado. Asimismo se valorará la capacidad de comunicación escrita del alumno y el manejo científico-técnico del lenguaje.

Para estudiantes que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota, la evaluación se realizará mediante:

En primer lugar se realizará una prueba de tipo test, que habrá de superarse antes de entrar en el laboratorio. En ella se valorará si el estudiante está lo suficientemente preparado para respetar la normativa de seguridad en el laboratorio y si está capacitado para el manejo de la instrumentación implicada en la prueba práctica. Ésta será una prueba eliminatoria, que se superará únicamente con una calificación de 8 sobre 10. Este primer test tendrá un valor del 5% del total de esta prueba. Si se supera el test entonces el estudiante comenzará el examen de laboratorio que consistirá en la realización de un trabajo experimental en el que el alumno deberá demostrar que es capaz de planificar los experimentos convenientes a la vista de los objetivos que debe alcanzar y ejecutar dichos experimentos de forma adecuada manejando correctamente la instrumentación correspondiente (siendo supervisado en todo momento por un experto que interrumpirá el examen si observase que el estudiante está poniendo en peligro el equipo o equipos utilizados o su propia seguridad). Esta parte tendrá un peso del 65% de la calificación de esta prueba. Finalmente, deberá interpretar los datos obtenidos y redactar un informe donde analice los resultados obtenidos y las principales conclusiones. Se valorará de 1 a 10 la calidad científica del informe presentado y las habilidades de comunicación del estudiante. Este informe tendrá un valor de un 30% del peso total de esta prueba.

Observaciones
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>

7.C. TRABAJO MULTIDISCIPLINAR ACADÉMICAMENTE DIRIGIDO

Asignatura		TRABAJO MULTIDISCIPLINAR ACADÉMICAMENTE DIRIGIDO	
Créditos ECTS	5	Carácter	OPTATIVA
		Annual/Semestral	SEMESTRAL, SEGUNDO SEMESTRE
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Ser capaz de desarrollar un trabajo de revisión bibliográfica e introducción al laboratorio en una temática multidisciplinar de modo que será supervisado por dos profesores pertenecientes a Departamentos y líneas de investigación diferentes, tratando de buscar puntos de interés común a ambos campos, identificando los retos que supone avanzar en el estado del arte en dicha línea. - Valorar las dificultades reales que tiene la realización práctica de una idea o concepto. - Habilidades para el estudio independiente y el auto-aprendizaje requerido para desarrollar su actividad investigadora o profesional en un futuro próximo. 			
Resultados de aprendizaje			
<p>El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de una visión global y de conjunto sobre temáticas multidisciplinarias pero muchas veces enfocadas por los grupos de investigación desde una perspectiva sesgada en función de su formación de origen. 2. Enfrentarse a problemas distintos y desconocidos, aportando nuevas ideas. 3. Capacidad para trabajar en grupo y en particular en equipos multidisciplinarios 			
Contenidos			
<p>Los estudiantes afrontarán un trabajo académicamente dirigido por profesores pertenecientes a líneas de trabajo distintas buscando puntos de interés común en ambas investigaciones e identificando huecos o lagunas en el estado del arte actual.</p>			

ACTIVIDADES FORMATIVAS		
Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
Elaboración de un trabajo (revisión bibliográfica, realización de ensayos preliminares, preparación de una memoria escrita y presentación en clase) Dicho trabajo será dirigido por doctores con amplia experiencia en la dirección de trabajos fin de máster, fin de carrera y tesis doctorales dispuestos a colaborar con otros equipos de áreas de conocimiento distintas. Los alumnos tendrán acceso a los recursos bibliográficos de la UZ así como a los laboratorios de última generación del Instituto de Nanociencia de Aragón y su equipamiento.	125	60
Metodologías Docentes		
Tutorización altamente personalizada. Reuniones periódicas con el estudiante para guiarlo y conocer el grado de avance del mismo. Favorecer el trabajo multidisciplinar y fomentar que el estudiante aporte sus propias ideas y participe de todas las etapas del trabajo (revisión del estado del arte, aporte de ideas, planificación, realización de ensayos preliminares, diseño de un futuro trabajo de investigación). Discusiones abiertas y frecuentes con ambos tutores.		
SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
El alumno presentará una memoria que recoja el trabajo realizado por el estudiante, los nuevos problemas que pretende abordar y los resultados preliminares obtenidos, apuntando a una posible nueva línea de investigación o completar, gracias a la colaboración con otros expertos, líneas ya existentes. La defensa oral de este trabajo incluirá también un debate intenso con los tres profesores evaluadores sobre la validez de las propuestas presentadas. en el que se discutirán todos los aspectos científicos relevantes para el trabajo desarrollado. Se valorará la sostenibilidad científica de la propuesta presentada, los resultados preliminares, su interpretación y perspectivas de futuro planteadas, así como su defensa ante los profesores evaluadores.	0 sobre 10	10 sobre 10

Observaciones
<p><u>Sistema de calificaciones:</u> Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>

8. TRABAJO FIN DE MÁSTER

Asignatura		TRABAJO FIN DE MASTER	
Créditos ECTS	14	Carácter	OBLIGATORIO
		Annual/Semestral	ANUAL
Lenguas de impartición			
INGLES			
Competencias que el estudiante adquiere			
<ul style="list-style-type: none"> - Ser capaz de desarrollar un trabajo experimental con un grado significativo de independencia y originalidad. - Valorar las dificultades reales que tiene la realización práctica de una idea o concepto. - Afrontar problemas inesperados con la metodología apropiada. - Aplicar los conocimientos teóricos a la interpretación y crítica de los resultados experimentales. - Habilidades para el estudio independiente y el auto-aprendizaje requerido para desarrollar su actividad investigadora o profesional en un futuro próximo. - Destreza en la comunicación oral y escrita, difusión de los resultados e interacción con compañeros y profesionales de otras disciplinas. - Competencias genéricas para la buena práctica profesional. 			
Resultados de aprendizaje			
El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados...			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ser capaz de desarrollar un trabajo experimental con un grado significativo de independencia y originalidad. 2. Saber aplicar los conocimientos teóricos a la interpretación y crítica de los resultados experimentales. 3. Destreza en la comunicación oral y escrita, difusión de los resultados e interacción con compañeros y profesionales de otras disciplinas. 			
Contenidos			
Los estudiantes afrontarán un trabajo fin de máster cuya temática podrán elegir entre una variada			

oferta sobre temas de relevancia en el actual panorama científico y tecnológico. El trabajo supone un grado de especialización muy significativo por lo que la temática del mismo habrá de ser acorde con la titulación y conocimientos previos del alumno.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
<p>El trabajo será dirigido por doctores con amplia experiencia en la dirección de tesis doctorales y proyectos. Los alumnos tendrán acceso a los laboratorios de última generación del Instituto de Nanociencia de Aragón y su equipamiento, así como otra instrumentación e infraestructura disponible en la UZ de la que sean responsables los directores del trabajo fin de máster o el grupo de investigación al que se incorpore el estudiante. Dispondrán también de libre acceso a la biblioteca de la UZ que dispone de potentes bases de datos, libros especializados y suscripción a numerosas revistas científicas.</p> <p style="color: red;">Se han firmado dos acuerdos con empresas de Zaragoza del sector de la Nanociencia/Nanotecnología que se han mostrado interesadas en la codirección de Trabajos Fin de Máster, lo que dará a los estudiantes interesados la posibilidad de desarrollar un trabajo en el marco de una empresa y con un significativo grado de investigación aplicada. Estas empresas son Nanoimmunotech y nanoScaleBiomagnetics (se adjunta acuerdo).</p>	350	80

Metodologías Docentes

Tutorización altamente personalizada. Favorecer un aumento del trabajo autónomo del estudiante: fomentar que aporte sus propias ideas y participe de todas las etapas del trabajo (planificación, realización de los experimentos, interpretación de los resultados y difusión). Discusiones abiertas y frecuentes con el tutor y otros compañeros del grupo de investigación al que se incorpore el estudiante.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
El alumno presentará una memoria que recoja el trabajo realizado por el estudiante y realizará una defensa pública del mismo ante un tribunal formado por tres profesores del máster.	0 sobre 10	10 sobre 10

<p>La defensa incluirá no sólo la exposición de las hipótesis de partida, el desarrollo del trabajo y las conclusiones del mismo, sino un debate intenso con los miembros del tribunal sobre la validez y el alcance de los resultados obtenidos, en el que se discutirán todos los aspectos científicos relevantes para el trabajo desarrollado. Se valorará la calidad científica del trabajo presentado, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y su interpretación, así como su defensa ante el tribunal.</p>		
Observaciones		
<p><u>Sistema de calificaciones</u>: Una asignatura se supera con las calificaciones de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable o Aprobado y no se supera si se obtiene la calificación de Suspenso. La calificación está basada en la puntuación absoluta, sobre 10 puntos, obtenida en la asignatura, de acuerdo a la escala siguiente: suspenso (0-4,9/10), aprobado (5,0-6,9/10), notable (7,0-8,9/10), sobresaliente (9,0-10,0/10), matrícula de honor (sobresaliente y mención especial).</p>		

Régimen de permanencia de los estudiantes

El art. 163 de los Estatutos de la Universidad de Zaragoza aprobados por el Decreto 1/2004 de 13 de enero, del Gobierno de Aragón (BOA número 8, de 19 de enero) establece que "El Consejo Social, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria, aprobará las normas que regulen el progreso y la permanencia en la Universidad de los estudiantes de acuerdo con las características de los respectivos estudios". En tanto no sea desarrollado el presente acuerdo se tendrá en cuenta lo regulado por la Universidad para los estudios de sistemas anteriores con respecto a la permanencia:

En la Universidad de Zaragoza existen seis convocatorias de las cuales la 5ª y la 6ª serán ante Tribunal. La no presentación a examen equivaldrá a renuncia de convocatoria, de forma que solamente se contabilizarán a tales efectos las convocatorias que en el expediente académico figuren como calificadas y no aquellas recogidas con la anotación de "No presentado".

El máster NANOMAT se atenderá a los criterios de permanencia generales establecidos por la Universidad de Zaragoza.

Movilidad de estudiantes

La movilidad de los estudiantes entre universidades de distintos países está siendo fuertemente apoyada por la Unión Europea a través del programa Erasmus.

Además de las ventajas intrínsecas derivadas de la experiencia de estudiar en una universidad extranjera, en el caso particular del *Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas* puede ayudar a potenciar algunas de las competencias propuestas, como el trabajo en equipos interdisciplinares y el manejo del inglés. En la actualidad, existe ya un convenio Erasmus con la Universidad de Cracovia. Además, numerosos profesores del máster cuentan con acuerdos Erasmus de segundo y/o tercer ciclo (graduados) que se ampliarían para ofertar el máster NANOMAT a los estudiantes de esas Universidades y que los estudiantes de nuestro máster podrían también realizar estudios en universidades extranjeras. Además, a través de Fundación Carolina recibimos cada curso a dos estudiantes iberoamericanos.

La gestión administrativa de este programa corresponde a la Oficina de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza⁸, que ha editado una guía para los alumnos de la Facultad.⁹ Además, el Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la Universidad de Zaragoza cuenta con una página web en la que ofrece información actualizada sobre los distintos aspectos relacionados con el programa Sócrates-Erasmus.¹⁰ Así, entre la información indicada, puede mostrarse las distintas convocatorias de ayudas aplicables al programa de movilidad Sócrates-Erasmus, como la propia convocatoria¹¹, las becas complementarias de la DGA¹², las de Ibercaja¹³ o las de la Fundación Dosmilnueve.¹⁴ El máster NANOMAT incluye asimismo en su página web información relativa a los convenios Erasmus disponibles y becas adicionales.

El procedimiento típico incluye una campaña de información sobre el programa Sócrates-Erasmus en febrero-marzo (para la realización de la estancia durante el año siguiente). Esta campaña incluye la difusión de distintos carteles y folletos informativos editados por la Facultad de Ciencias o la Universidad de Zaragoza, así como un acto de presentación a cargo de la Facultad. La presentación de solicitudes de participación en el programa se realiza típicamente entre el 15 de

⁸ <http://ciencias.unizar.es/inter/>

⁹ <http://ciencias.unizar.es/inter/Guia.pdf>

¹⁰ <http://wzar.unizar.es/servicios/inter/ProgrInterc01.html>

¹¹ <http://wzar.unizar.es/servicioS/inter/ProgInter01k4.htm>

¹² <http://wzar.unizar.es/servicioS/inter/formularios/0708/Erasmus/compDGA/complementaria%20DGA>

¹³ <http://wzar.unizar.es/servicioS/inter/formularios/0708/Erasmus/convibercaja.pdf>

¹⁴ <http://wzar.unizar.es/servicioS/inter/formularios/0708/Erasmus/2009/2009.pdf>

febrero y el 15 de marzo en la Secretaría de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. El impreso de solicitud debe estar acompañado de currículum vitae, expediente académico y dos fotografías. Tras el fin del plazo de presentación de solicitudes, la Oficina de Relaciones Internacionales envía la documentación al coordinador local del programa Sócrates-Erasmus. A continuación, el coordinador de la Universidad de Zaragoza realiza la selección de los estudiantes atendiendo a los siguientes criterios:

- Expediente académico
- Conocimiento de la lengua en la que se imparten las clases de la universidad de acogida
- Motivación personal
- Entrevista personal (sólo en algunos casos)

A continuación, la Oficina de Relaciones Internacionales informa de la resolución a los alumnos solicitantes y tramita la documentación. Antes de la realización de la estancia Sócrates-Erasmus, el alumno y el correspondiente coordinador de la Universidad de Zaragoza deben elegir las asignaturas que el estudiante debe cursar en la universidad de destino y cumplimentarán un "contrato de estudios" especificando las equivalencias entre las asignaturas. Después de la realización de la estancia, el estudiante presenta el contrato de estudios y las calificaciones recibidas en la universidad de acogida al coordinador de Zaragoza, para que la Comisión de Docencia de la Facultad de Ciencias proceda al reconocimiento de los estudios. Los estudiantes participantes en un programa de movilidad contarán en todo momento con apoyo y orientación. Así, estos servicios serán ofrecidos por el coordinador local y la Oficina de Relaciones Internacionales desde la Universidad de Zaragoza y por el coordinador de la universidad de destino en la Universidad correspondiente. En el caso de estudiantes de acogida, la gestión administrativa también corre a cargo de la Oficina de Relaciones Internacionales, mientras que el coordinador de la Universidad de Zaragoza debe velar por la adecuada realización de la estancia.

Mecanismos propios de información previa y procedimientos propios de acogida y orientación a los estudiantes de movilidad.

Los mecanismos de información previa a los estudiantes de movilidad serán gestionados, además de por los recursos generales de la Universidad, a través de la página web del máster NANOMAT que aporta información sobre becas y acuerdos

existentes con otras Universidades o Fundaciones, becas MEC, y cualquier otro dato relevante. Los Coordinadores Erasmus y la Coordinadora del máster (responsable de los becarios de la Fundación Carolina) se encargan de informar y orientar a los futuros estudiantes del máster NANOMAT en Zaragoza y, en su caso, a los estudiantes de nuestro máster que deseen cursar asignaturas y/o trabajo fin de máster en otra Universidad. A los estudiantes de acogida, se les atenderá a través de los procedimientos generales de la Universidad (servicio de relaciones internacionales) y, como al resto de los estudiantes del máster, se les asignará un tutor (ver criterio 4).

6 PERSONAL ACADÉMICO

6.1 Profesorado y otros recursos humanos necesarios.

Denominación del profesorado y otros recursos humanos por tipología

- Profesorado

Contamos con 30 profesores para este máster de 11 Departamentos diferentes:

1. Bioquímica y Biología Molecular
2. Ciencia y Tecnología de Materiales y Fluidos
3. Física de la Materia Condensada
4. Informática e Ingeniería de Sistemas
5. Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente
6. Medicina, psiquiatría y dermatología
7. Microbiología, medicina preventiva y salud pública
8. Química Analítica
9. Química Orgánica
10. Química Física
11. Química Inorgánica

Todos son doctores y de ellos el 33 % son catedráticos de universidad, el 46 % son profesores titulares de universidad, el 18 % son contratados doctores y el 3% ayudantes doctores. El 40 % de estos profesores tienen más de 20 años de experiencia docente, el 30% más de 10 años de experiencia docente y el 15 % más de cinco años.

Respecto a su experiencia investigadora, el 31 % cuenta con más de cuatro sexenios de investigación, el 26 % con tres sexenios, el 29 % con dos sexenios y el 12 % con 1 sexenio.

Los 14 créditos correspondientes al Trabajo de Fin de Máster (TFM) serán supervisados por uno o dos profesores de los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias, del INA y, en su caso, del ICMA, que ofertarán Trabajos de Fin de Master de duración y contenido adecuados, y se harán cargo de la supervisión de la investigación, así como de los gastos derivados de la misma.

La impartición del Máster NANOMAT está planificada para ser llevada a cabo por unos treinta profesores. La participación del profesorado implica la impartición de clases muy especializadas que suponen unas 15 horas lectivas por profesor implicado. En promedio estos profesores dedicarán entre un 5 y un 10% de su dedicación docente completa a las asignaturas de este máster.

En lo referente a sus líneas de investigación, estas abarcan, como corresponde al marcado carácter multidisciplinar de este máster, tres grandes bloques dentro de cada uno de los cuales existen diversas líneas:

1. Nanobiomedicina

1.1. Nanomateriales para aplicaciones biomédicas

- Nanopartículas inorgánicas
- Nanopartículas orgánicas
- Funcionalización de nanoestructuras

1.2. Nanoterapia

- Suministro controlado de fármacos
- Hipertermia

1.3. Nanodiagnóstico

- Biosensores magnéticos
- Biosensores ópticos
- Agentes de contraste para imagen médica

1.4. Nanoseguridad

- Biocompatibilidad
- Biodistribución

2. Nanomateriales:

2.1 Interfases nanoporosas: microreactores y sensores

2.2 Nanopartículas para aplicaciones industriales

2.3 Membranas híbridas

2.4 Nanotubos y nanofibras de carbono

2.5 Nanocomposites

2.6 Mono y multicapas de compuestos orgánicos e híbridos orgánicos-inorgánicos

2.7 Polímeros orgánicos para aplicaciones ópticas

2.8 Seguridad en el manejo de nanomateriales

3. Física de Nanosistemas:

- 3.1 Spintrónica
- 3.2 Sensores magnetoresistivos granulares
- 3.3 Magnetismo y magnetotransporte en láminas delgadas
- 3.4 Estudio de nanoestructuras por microscopías de efecto tunel [STM (Scanning Tunneling Microscope)]
- 3.5 Estudio de nanoestructuras por microscopías de sonda local [AFM (Atomic Force Microscopy), MFM]
- 3.6 Nanolitografía de "dip-pen"
- 3.7 Dispositivos micro- y nanoelectromecánicos [MEMS & NEMS (Micro- and Nanoelectrochemical Systems)]
- 3.8 Nanofabricación por "dual-beam"
- 3.9 Microscopía de electrónica de transmisión de alta y ultra-alta resolución (HRTEM, UHRTEM)

6.2 Otros recursos humanos disponibles

- PAS de la UZ (no son necesarios nuevos contratos)
- Además de los técnicos de laboratorio de los Departamentos de la Facultad de Ciencias involucrados en el máster, el Instituto de Nanociencia de Aragón (ver convenio) pone a disposición del máster NANOMAT los siguientes técnicos especialistas que colaborarán, cuando así sea necesario en la preparación de las prácticas de laboratorio, demostraciones y manejo de la instrumentación, en muchos casos, altamente específica, por lo que se necesita personal especializado en esos equipos.

Técnico	Puesto
Rubén Valero	SALA BLANCA (litografía, evaporador, PECVD, RIE-ion milling)
María Isabel Rivas	SALA BLANCA (litografía, evaporador, PECVD, RIE-ion milling)
Rosa María Córdoba	DUAL BEAM- NANOLAB
Iñigo Echaniz	LAB. BIOQUÍMICA
Carlos Martín	MANTENIMIENTO GRAL
Guillermo Antorrena	COORDINADOR DE LABORATORIOS / XPS XRD
Laura Casado	Dual Beam-Nanolab
Carlos Cuestas	SEM
Alfonso Ibarra	TEM
Rubén Clavero	Personal de la Spin-off Nanoscale Biomagnetics

La categoría profesional, experiencia previa y conocimientos de los técnicos

puestos a disposición del máster por el INA son idóneos para su colaboración en el máster NANOMAT.

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

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

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

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

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES

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

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

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

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

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

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

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

7.1 Justificación de que los medios materiales y servicios disponibles

Los medios materiales y servicios disponibles en la Facultad de Ciencias y en los Institutos Universitarios de Investigación INA (Instituto de Nanociencia de Aragón) e ICMA (Instituto de de Ciencia de los Materiales de Aragón), cuyo compromiso de participación en las actividades docentes del master aparece explícitamente firmado por los directores de ambos institutos en la documentación adjunta, **garantizan sin ningún genero de dudas las actividades de aprendizaje del máster NANOMAT**. Ente estas instalaciones cabe destacar:

1. Aulas

Aulas para las clases magistrales participativas. La impartición de las clases teóricas se llevará a cabo en las aulas de la Facultad de Ciencias, tal y como se ha realizado en cursos previos. Desde el curso 2008-2009 todas las aulas de los edificios A y D (Físicas y Químicas respectivamente) la Facultad de Ciencias, en las que se desarrollarán las actividades docentes del máster NANOMAT, cuentan retroproyector para transparencias, con videoproyectores fijos y las correspondientes pantallas para la proyección de las imágenes, conexión a internet (red Ethernet) y Wi-Fi además, por supuesto, de medios materiales mas tradicionales como las pizarras.

Aulas para la realización de seminarios y trabajos en grupo. El edificio D de la facultad de Ciencias cuenta con un aula de seminarios (con retroproyector, videoproyector, conexión a internet y red Wi-Fi). Asimismo, el INA cuenta con aula (con videoproyector), que queda a disposición del master para charlas, seminarios o trabajos en grupo de los estudiantes. Ambas aulas de seminarios están diseñadas específicamente para facilitar la interacción, con mesas móviles que permiten la configuración de grupos reducidos para la discusión de problemas o casos prácticos.

Aulas de informática. Aunque el máster no cuenta explícitamente con clases prácticas de ordenador, cuando se precisen aulas docentes con equipamiento informático (por ejemplo para la utilización de bases de

datos, búsquedas bibliográficas, enseñar a los alumnos el manejo de algún programa para tratamiento de datos, etc.) la Facultad de Ciencias dispone de ocho aulas informáticas bien equipadas con modernos ordenadores para los alumnos y el profesor (éste conectado a cañón de video).

2. Laboratorios. Buena parte de los Créditos de Laboratorio, se impartirán en los laboratorios del Instituto de Nanociencia de Aragón (INA) y, en menor medida, en el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA). También se pondrá al servicio de los alumnos la instrumentación propia de la Facultad de Ciencias y de los grupos de investigación a los que pertenezcan los tutores del trabajo fin de máster (profesorado de la Facultad de Ciencias, del INA y del ICMA). Hay que destacar que se dispone en estos laboratorios de costoso equipamiento científico de última generación, incluyendo varios instrumentos singulares o únicos en nuestro país. Entre los laboratorios perfectamente equipados con los que cuenta el INA cabe citar:

- a. Crecimiento de películas delgadas (PLD-Sputtering, MBE)
- b. Litografía (litografía óptica – alineador de máscaras, estación de depósito, sistema RIE-RIBE, manual wire bonder, evaporación por haz de electrones, PECVD, microscopio para materiales con polarización, sierra de precisión, horno tubular, etc.- , nanolitografía)
- c. Microscopias de Sonda Local (AFM, STM)
- d. Microscopias Electrónicas (SEM, TEM, HRTEM)
- e. Aplicaciones Biomédicas (hipertermia)
- f. Síntesis y Funcionalización de Nanosistemas (nanotubos, nanoporosos – analizador de área superficial y porosidad, analizador por termogravimetría, espectrofotómetro de correlación fotónica -, funcionalización – laboratorio completamente equipado con instrumental específico, cromatografía líquida de alta y media resolución, equipos de separación mediante capa fina de alta velocidad, etc. -, nanopartículas – incubador de CO₂, sistema de electroforesis vertical, sistema de electroforésis horizontal, unidad automática para separación y control en electroforésis, centrifuga de alta capacidad, analizador de partículas submicrónicas, incubador bacteriológico, sistema de documentación de geles, agitador orbital, sistema de purificación de proteínas, espectrofotómetro UV-vis, microscopio invertido de fluorescencia, etc.).
- g. Caracterización de Nanoestructuras (XPS-Augur, XRD, VSM, DLS)

- h. Caracterización de sistemas nanoporosos (BET, porosimetría de Hg, permoporometría, DTA/DSC, FTIR)

3.- Espacios de uso común. La Facultad de Ciencias cuenta también con espacios de uso común, como salas de ordenadores a disposición de los alumnos, espacios WiFi, salas de estudio, Biblioteca, y las bibliotecas gestionadas por los departamentos. La Biblioteca del edificio D de la Facultad de Ciencias tiene una superficie total de 1.171 m² distribuida en dos plantas iguales. La planta baja contiene la sala de lectura (480 m², 248 plazas), los libros y las dependencias del personal, así como una sala de consulta de la hemeroteca y una sala de consulta de bases de datos. La planta sótano contiene los fondos de la hemeroteca. La consulta del catálogo, así como de las bases de datos (salvo una que se encuentra en formato CD) se puede hacer a través de la página web de la biblioteca simplemente usando el nombre de usuario y la clave que se proporciona a todos los estudiantes cuando se matriculan. Con este propósito, en la sala de lectura se dispone de 6 ordenadores de acceso libre y de 3 ordenadores específicos para la consulta de bases de datos. Además de la Biblioteca del edificio D, usada también como lugar de estudio, hay que considerar la existencia de una sala de estudio en el edificio A, con 72 plazas, lo que hace un total de 320 puestos. Las características y equipamientos son adecuados, contando con calefacción, refrigeración y buena iluminación. Además, en las zonas de paso de la Facultad, donde la amplitud lo permite, se han colocado mesas con sillas para su uso por los estudiantes. Estas zonas no exigen un nivel de silencio como el de las salas de estudio o bibliotecas y son muy utilizadas para comentar problemas o trabajar en grupo. Suman más de 90 plazas en los edificios A y D y están situadas en zonas amplias de buena iluminación y calefacción y a donde llega la red Wi-Fi de la Facultad.

Los espacios comunes han sido bien valorados por los alumnos de otros másteres que se imparten en la actualidad en la Facultad, según encuestas realizadas.

4.- Criterios de accesibilidad universal y diseño para todos.

La Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad se basa y pone de relieve los conceptos de no discriminación, acción positiva y accesibilidad universal. La ley prevé, además, la regulación de los efectos de

la lengua de signos, el reforzamiento del diálogo social con las asociaciones representativas de las personas con discapacidad mediante su inclusión en el Real Patronato y la creación del Consejo Nacional de la Discapacidad, y el establecimiento de un calendario de accesibilidad por ley para todos los entornos, productos y servicios nuevos o ya existentes. Establece, la obligación gradual y progresiva de que todos los entornos, productos y servicios deben ser abiertos, accesibles y practicables para todas las personas y dispone plazos y calendarios para realización de las adaptaciones necesarias.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Los mecanismos para realizar o garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios en la universidad, así como los mecanismos para su actualización son los propios de la Universidad de Zaragoza. La Universidad de Zaragoza dispone de un servicio centralizado de mantenimiento cuyo objetivo es mantener en perfecto estado las instalaciones y servicios existentes en cada uno de los Centros Universitarios.

Este servicio se presta por tres vías fundamentales:

- ❑ Mantenimiento Preventivo
- ❑ Mantenimiento Correctivo
- ❑ Mantenimiento Técnico-Legal

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

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

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

Se velará por la calidad de los recursos materiales y servicios disponibles a los alumnos del mismo, realizando una evaluación específica interna de estos aspectos con carácter anual. Asimismo, a los 5 años de la implantación del Máster instará de las autoridades académicas la realización de una evaluación externa de calidad, del Máster, que se llevará a cabo por parte de organismos cualificados (ACPUA o ANECA).

Los **Institutos Universitarios** INA e ICMA han participado, a través de medios materiales y humanos, en la gestación de este nuevo máster propuesto por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Es por ello, que sus directores han firmado los correspondientes convenios (ver documentos adjuntos) en los que manifiestan que estos Institutos Universitarios ponen al servicio docente del máster su instrumentación de así como otros recursos tales como personal técnico y de servicios, agente de transferencia tecnológica, página web para publicidad del máster, etc. Las prácticas de laboratorio con instrumentación propia de los

institutos se realizarán en horario de tarde (a partir de las 17.00 h) para que así no existan interferencias con las actividades de investigación desarrolladas en estos centros.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIA DE MATERIALES DE ARAGÓN (CSIC – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA), DR J. JAVIER CAMPO RUIZ,

CERTIFICA

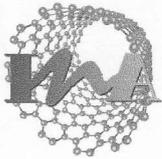
Que el *Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas*, propuesto por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza a instancias de los Institutos de Nanociencia de Aragón (INA) y de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA), cuenta con la colaboración del ICMA en:

1. Puesta a disposición de la docencia del máster de los laboratorios e instrumentación con la que cuenta el instituto, siempre y cuando ésta no interfiera con las actividades propias de investigación desarrolladas por los miembros del Instituto.
2. Propuesta de proyectos de fin de master tutorizados por parte de los profesores/investigadores del ICMA que así lo deseen, con la consiguiente utilización de las infraestructuras del grupo de investigación al que los estudiantes se incorporen.
3. La página web del Instituto incluirá un link a la página web del master en la sección "posgrados" de la página web del ICMA, como viene haciendo con otras actividades docentes en las que participan activamente miembros del ICMA.

En Zaragoza a 27 de Marzo de 2013



Fdo.: J. Javier Campo Ruiz
Director del ICMA



Instituto Universitario de Investigación
en Nanociencia de Aragón
Universidad Zaragoza

El Director del Instituto Universitario de investigación en Nanociencia de Aragón, Prof. M. Ricardo Ibarra

COMUNICA

Que el Máster en materiales nanoestructurados para Aplicaciones nanotecnológicas, promovido por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza a instancias del Instituto Universitario de Investigación en Nanociencia de Aragón (INA) y del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA) cuenta con la colaboración del INA en:

1.-acceso a las instalaciones del INA:

- Crecimiento de películas delgadas
- Litografía
- Microscopía de Sonda Local
- Microscopías electrónicas
- Aplicaciones biomédicas
- Síntesis y Funcionalización de Nanosistemas
- Caracterización de Nanoestructuras

2.- Participación del personal técnico del Instituto en demostraciones prácticas relacionadas con el Máster en aquellos equipos que requieran personal altamente cualificado para su manejo.

Edificio I+D
C/ Mariano Esquillor
50018 ZARAGOZA

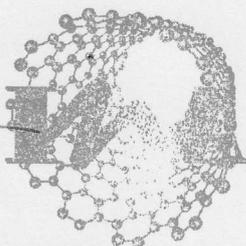
Tlfnos.: +34 976 76 27 77 +34 976 76 27 83 · Fax: +34 976 76 27 76
e-mail: ina@unizar.es · web: <http://ina.unizar.es>



Instituto Universitario de Investigación
en Nanociencia de Aragón
Universidad Zaragoza

- 3.- Orientación profesional a los estudiantes en el marco del Máster a través de su departamento de promoción tecnológica, cuyo objetivo es mantener el contacto con la empresa, facilitando la organización de charlas con colaboradores externos, promoviendo el contacto entre el alumnado y la industria.
- 4.- Colaboración del Agente dinamizador de la Nanotecnología, quien participará activamente en la difusión y publicidad del máster y mantendrá vivos los contactos con distintas empresas del sector para colaboraciones en proyectos fin de máster y futuras salidas profesionales de los alumnos del Máster.
- 5.- La página web del Instituto incluirá un enlace a la página web del Máster y los folletos informativos sobre las actividades del Instituto incluirán también información sobre el Máster.

En Zaragoza a 5 de abril de 2013



INSTITUTO UNIVERSITARIO
DE INVESTIGACIÓN EN
NANOCIENCIA DE ARAGÓN

Fdo.: M. Ricardo Ibarra García
Director del I.N.A.

Edificio I+D
C/ Mariano Esquillor
50018 ZARAGOZA
Tífnos.: +34 976 76 27 77 +34 976 76 27 83 · Fax: +34 976 76 27 76
e-mail: ina@unizar.es · web: <http://ina.unizar.es>

La comisión de garantía y calidad del máster Nanomat será responsable de detectar las deficiencias en los materiales o servicios de la universidad que afecten al máster a través de las encuestas o mediante el mecanismo de quejas y sugerencias. Esta Comisión deberá informar a los órganos implicados y podrá iniciar la tramitación de la solución de los problemas (presentación de partes, solicitud de financiación para reparaciones, etc.). El Decanato de la Facultad de Ciencias es responsable de adecuar los recursos materiales comunes (aulas, salas de informática, laboratorios...) como de medios docentes a las necesidades concretas de la docencia, así como velar por su mantenimiento y mejora continua. En particular, desde el decanato se supervisan los programas de mejora y mantenimiento de los edificios e infraestructuras, así como los temas de salud y seguridad en la Facultad.

Los centros y departamentos reciben también una asignación con recursos de las unidades centrales de planificación, por un importe aproximado de 850.000 €. La dotación global se distribuye en cuatro conceptos diferentes: i) programa de mantenimiento e inversiones, destinado en su totalidad a los centros, para obras menores, mobiliario y enseres, ii) programa de Plan de Equipamiento Docente destinado a centros y departamentos, iii) programa de colaboradores externos para la docencia destinado a centros, iv) programa destinado a los departamentos en función de su docencia en diversos programas de doctorado.

Las infraestructuras y servicios de la Facultad de Ciencias, el Instituto de Nanociencia de Aragón y el Instituto de Ciencia de los Materiales de Aragón cuentan con una excelente dotación de laboratorios e instrumentación que se ponen al servicio de este máster y que garantizan el proceso de aprendizaje de los estudiantes. A día de hoy, no se necesitan nuevas dotaciones e infraestructuras para asegurar la calidad del máster.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 Estimación de los valores cuantitativos para los indicadores que se relacionan a continuación y la justificación de dichas estimaciones.

8.1.1 Tasa de Graduación: porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios o en un año académico más en relación a su cohorte de entrada.

El Máster en “Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas” ha tenido en los cuatro últimos cursos académicos una tasa de graduación y eficiencia del 100% y una tasa de abandono del 0% en el curso. Es altamente deseable y es nuestro objetivo mantener en el Máster en “Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas” unos indicadores similares en cursos venideros.

8.1.2 Tasa de abandono: relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron obtener el título el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el anterior.

- Tasa de abandono: 0%

8.1.3 Tasa de eficiencia: relación porcentual entre el número total de créditos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de graduados de un determinado año académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.

- Tasa de eficiencia: 100%

8.2 Procedimiento general de la Universidad para valorar el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Se pueden considerar resultados de pruebas externas, trabajos fin de Máster, etc.

Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje.

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

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

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

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

Titulación será responsable de acreditar el cumplimiento efectivo, al final del curso académico, de las actividades y de los criterios y procedimientos de evaluación previstos en las guías docentes.

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

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

El Informe Anual de Resultados de Aprendizaje deberá incorporar:

a) Una tabla con las estadísticas de calificaciones, las tasas de éxito y las tasas de rendimiento para los diferentes módulos en sus distintas materias y actividades.

b) Una evaluación cualitativa de esas calificaciones y tasas de éxito y rendimiento que analice los siguientes aspectos:

- La evolución global en relación a los resultados obtenidos en años anteriores
- Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren excesivamente bajos, analizando las causas y posibles soluciones de esta situación y teniendo en cuenta que estas causas pueden ser muy diversas, desde unos resultados de aprendizaje o niveles excesivamente altos fijados como objetivo, hasta una planificación o desarrollo inadecuados de las actividades de aprendizaje, pasando por carencias en los recursos disponibles o una organización académica ineficiente.
- Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren óptimos, analizando las razones estimadas de su éxito. En este apartado y cuando los resultados se consideren de especial relevancia, se especificarán los nombres de los profesores responsables de estas actividades, materias o módulos para su posible Mención de Calidad Docente para ese año, justificándola por los excepcionales resultados de aprendizaje (tasas de éxito y rendimiento) y en la especial calidad de la planificación y desempeño docentes que, a juicio de la Comisión, explican esos resultados.

c) Conclusiones.

d) Un anexo (1) con el documento de aprobación formal de las guías docentes de los módulos, acompañado de la documentación pertinente. Se incluirá también la acreditación, por parte del coordinador de Titulación del cumplimiento efectivo durante el curso académico de lo contenido en dichas guías.

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

Documentos y procedimientos:

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

9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

9.1 Responsables del sistema de garantía de la calidad del plan de estudios (estructura y composición).

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

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

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

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.

9.5.1 Para los estudiantes

9.5.2 Para el personal académico

9.5.3 Para el personal de administración y servicios

9.5.4 Procedimiento de atención a las sugerencias o reclamaciones

En el siguiente enlace de la Universidad de Zaragoza aparece descrito el sistema de garantía de calidad:

<http://www.unizar.es/innovacion/calidad/procedimientos.html>

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

Dado que esta memoria recoge una modificación del Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas que ya está implantado en la Universidad de Zaragoza desde hace cuatro cursos, nuestro objetivo es incluir estas modificaciones en el primer curso académico desde su aprobación por ANECA.

Procedimiento de adaptación, en su caso, al nuevo plan de estudios por parte de los estudiantes procedentes de la anterior ordenación universitaria.

Si de diése el caso de estudiantes que no hubieran superado en su totalidad el máster antes de su modificación a este plan de estudios o estudiantes matriculados a tiempo parcial que tengan todavía asignaturas pendientes en el momento de esta implantación, se les aplicará un plan de adaptación consistente en que durante los dos cursos siguientes a la extinción del anterior plan de este máster, el estudiante podrá utilizar tres convocatorias del curso en extinción, hasta agotar las seis convocatorias disponibles.

En el caso de estudiantes que habiendo comenzado el plan antiguo deseen pasar al nuevo plan, se permitirá la convalidación de módulos. Esta convalidación es sencilla ya que todos los módulos del nuevo plan se encuentran contemplados en el plan antiguo bajo el mismo título (aunque en algunos casos con más créditos en el plan antiguo). Respecto a los módulos optativos, el módulo del nuevo plan titulado "Fabricación de micro y nanodispositivos" de 5 créditos ECTS se convalidará por el módulo obligatorio del plan antiguo "Fabricación de nanodispositivos y sus Aplicaciones" de 8 créditos ECTS. Respecto al resto de módulos optativos, los módulos optativos del plan antiguo (todos de 5 créditos ECTS) se considerarán equivalentes a módulos optativos del nuevo plan (también de 5 créditos ECTS). Cualquier decisión sobre reconocimientos, adaptaciones o equiparaciones no contempladas en este apartado será competencia de la Comisión de Docencia del Centro, de acuerdo con las disposiciones establecidas en la legalidad vigente.