

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

2.1.1 Interés académico, científico o profesional del título propuesto

El Máster en Nanociencia y Nanotecnología Molecular responde al perfil académico e investigador a través de una oferta de asignaturas en áreas científicas y tecnológicas de interés actual como son la Electrónica Molecular, el Nanomagnetismo y la Espintrónica Molecular, la Química Supramolecular, la Física de Superficies, o la Ciencia de los Materiales Moleculares. La orientación "molecular" de este master en Nanociencia lo hace único a nivel nacional y permite desarrollar aquellos aspectos de la nanociencia que se encuentran en la intersección entre la física, la química y la biología/medicina, haciéndolo realmente multidisciplinar.

El carácter interuniversitario del Máster (i) posibilita la movilidad de los estudiantes en actividades de formación programadas en las distintas sedes (presentación pública de trabajos, ciclos de conferencias, exposición de trabajos y otros eventos); (ii) dota al máster de un nivel científico y de una multidisciplinaridad no alcanzable por ninguna de las universidades por separado, ya que consigue reunir una plantilla de profesorado formada por los mejores investigadores de cada una de las universidades participantes; (iii) favorece la consolidación en España de una comunidad de jóvenes científicos formados en esta área de investigación estratégica; (iv) propicia la movilidad de los estudiantes en las distintas sedes para la realización de determinadas fases del proyecto de investigación.

Antecedentes del Máster

El programa de Máster proviene de la conversión del Programa de Doctorado en Nanociencia y Nanotecnología.

Desde el año 2007 el periodo de formación de este doctorado se estructuraba en torno al Master Interuniversitario en "Nanociencia y Nanotecnología Molecular", que recibió la verificación positiva en 2009 (27/9/2009) y en el que participan actualmente las Universidades de Valencia (UVEG, coordinadora), Universidad de Alicante (UA), Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Universidad Jaume I de Castellón (UJI), Universidad de La Laguna (ULL), Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y Universidad de Valladolid (UVA).

Dicho doctorado recibió la **mención de calidad** en la primera convocatoria desde la fecha en que se creó (referencia MCD2008-00082) y en octubre de 2011 recibió la **mención hacia la excelencia** por parte del Ministerio de Educación con una puntuación global ponderada de 94/100 (Referencia MEE2011-00194).

Este programa de doctorado fue verificado por la ANECA mediante resolución del 25/07/2013.

El máster provenía a su vez de la transformación del "Máster en Nanociencia y Nanotecnología Molecular" regulado según el RD56/2005 y contó con el informe favorable por parte de la Comisión Valenciana de Acreditación y Evaluación de la Calidad (CVAEC) con fecha 23 de enero de 2006 y fue autorizado para su implantación según Decreto 44/2006, de 31 de marzo, del Consell de la Generalitat Valenciana (DOGV núm. 5233 de 04/04/2006).

Situación de la I+D+i del sector profesional.

En los últimos años, ciertas áreas científicas, como la química supramolecular, la biología molecular, la física de superficies y de bajas temperaturas han alcanzado un desarrollo notable en nuestro país. Se han formado grupos de investigación que han alcanzado una excelente posición competitiva en la arena internacional. Además, de un modo natural, el objeto mismo de investigación de estas disciplinas ha ido convergiendo hacia lo que se denomina Nanociencia y Nanotecnología. De la importancia estratégica en I + D de estas áreas da buena cuenta el hecho de que éstas hayan sido priorizadas en todos los Programas Nacionales,

Europeos e Internacionales de todos los países desarrollados. En estas áreas físicos, químicos, biólogos, médicos e ingenieros se ocupan de obtener, manipular, organizar, estudiar y aprovechar las propiedades de objetos de tamaño nanométrico. Mantener hoy y en el futuro una posición internacional realmente competitiva en algunas áreas de la Nanociencia, sin embargo, requiere un nivel de competencia solamente alcanzable con una focalización temática y con una formación adecuada de personal investigador que le permita adquirir el conocimiento multidisciplinar que estas áreas necesitan.

Las industrias que constituyen la principal fuente de contratación para los alumnos que obtengan este título de Master son las industrias de base tecnológica relacionadas con la electrónica (miniaturización de dispositivos electrónicos y espintrónicos basados en moléculas), las nanotecnologías (utilización de nuevos materiales avanzados, como el grafeno y otros cristales bidimensionales, los nanotubos de carbono, los polímeros conductores, ...), la industria metalúrgica (revestimiento de superficies y pinturas), las industrias Químicas y Farmacéuticas relacionadas con la síntesis de moléculas, sensores y biosensores y nuevos materiales avanzados, Laboratorios de análisis de materiales, las de aplicaciones biomédicas, agroalimentarias, medioambientales y energéticas, etc.

2.1.2. Objetivos generales del título

- a) Establecer un estándar nacional de excelencia para el nivel de Master que permita capacitar al estudiante para la investigación en Nanociencia y Nanotecnología Molecular, o para que adquiriera conocimientos y capacidades útiles para poder desarrollar una actividad profesional en empresas de alta tecnología.
- b) Promover la movilidad y la interacción entre los estudiantes del Master en el campo de la Nanociencia y Nanotecnología Molecular y el contacto con otras universidades, centros de investigación y empresas activos en el área.
- c) Formar al estudiante en los aspectos químicos y físicos relacionados con la Nanociencia Molecular (técnicas de autoensamblado y autoorganización molecular, técnicas de nanofabricación y caracterización de nanoestructuras y materiales moleculares) para que adquiriera una visión general sobre el impacto de este área en otras áreas científicas y tecnológicas de interés como son la electrónica, la química, la ciencia de materiales, o la biomedicina.

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

El Máster Interuniversitario en Nanociencia y Nanotecnología Molecular tuvo como base la Escuela Nacional de Materiales Moleculares que se ha venido desarrollando desde el año 1992. Esta Escuela ha servido para articular y consolidar en España una comunidad científica en el área de los Materiales Moleculares que, en la actualidad se ha constituido como grupo especializado de la Real Sociedad Española de Química (Grupo de Nanociencia y Materiales Moleculares). Posteriormente, en 2007 con el Programa de Excelencia CONSOLIDER-INGENIO 2010 se articuló en España un Proyecto de Investigación en "Nanociencia Molecular", que tenía como objetivo fundamental crear en nuestro país una comunidad científica que liderara la investigación en esta área estratégica. Este proyecto acaba de concluir en Diciembre de 2013. Una de las herramientas fundamentales que se puso en marcha para alcanzar este objetivo fue el Master en Nanociencia y Nanotecnología Molecular. Este máster fue impartido por primera vez en el curso 2007-2008. Para la elaboración del plan de estudios se consultó con los diferentes grupos de investigación que conformaban este Proyecto CONSOLIDER ya que éstos representaban en España a la Nanociencia Molecular y provenían de comunidades científicas muy diferentes, incluyendo física de materiales, química de materiales y química supramolecular y biofísica.

Durante los 6 años que este master lleva en funcionamiento el programa ha sido impartido por un profesorado formado en su mayoría por los miembros del Proyecto CONSOLIDER, lo que ha permitido analizar y revisar tanto los contenidos de los diferentes módulos, como la forma de

impartirlos. También se ha encuestado cada año a los estudiantes para que dieran su opinión sobre el nivel del master, la coordinación en la impartición de los módulos y las posibles mejoras a introducir.

Fruto de todas estas consultas internas ha sido la creación de 3 unidades docentes cuyo objetivo ha sido coordinar y actualizar los contenidos de las asignaturas que se imparten en el master. Estas unidades son las siguientes: 1) Unidad de Física, que se ocupa de los aspectos del master relacionados con la física; 2) Unidad de Química, que se ocupa de los aspectos químicos; 3) Unidad interdisciplinar, que se ocupa del resto.

Por último, aparte de estas consultas internas, también se ha aprovechado la experiencia de los investigadores invitados a las dos escuelas que han formado parte de la docencia del máster - la ya mencionada Escuela Nacional de Materiales Moleculares y la Escuela Europea en Nanociencia Molecular- para actualizar año a año el contenido del máster incorporando a las Escuelas lecciones y seminarios relacionados con los avances recientes más significativos llevados a cabo en este área. Un ejemplo relevante ha sido la incorporación al temario de la física y química del grafeno, un nanomaterial que ha revolucionado esta área y que está adquiriendo un protagonismo creciente.

Toda esta experiencia acumulada nos ha sido muy útil para introducir en el Plan de estudios del Master que aquí presentamos aquellos cambios necesarios para poder reducir el número de créditos de 120 a 60. Hemos de señalar que esta reducción se debe fundamentalmente a tres motivos:

1) Mejorar la competitividad del master haciéndolo más atractivo para los estudiantes. Debido al cambio de la legislación sobre los estudios de grado, postgrado y doctorado se constata que prácticamente todos los masters nacionales tienen una duración de 60 créditos. Por otra parte, con la puesta en marcha de los estudios de grado y la desaparición de los estudios de licenciatura, se hace innecesario incluir en los créditos del Master asignaturas de las antiguas licenciaturas (en el Master de 120 créditos se podían reconocer hasta 24 créditos de este modo). Por todo ello, resulta muy razonable pasar a un Master de 60 créditos. De hecho, como veremos más adelante, este cambio únicamente supone una reducción del 25% en el número de créditos de las asignaturas teóricas, que pasan de 60 a 45 créditos y que, por consiguiente, permite mantener el contenido del Master sin recurrir a cambios sustanciales en el programa de las asignaturas.

2) Para acceder a los estudios de doctorado sólo son necesarios tener aprobados 60 ECTS del máster.

3) La finalización del Proyecto CONSOLIDER en Nanociencia Molecular, unido a falta de ayudas de movilidad para el profesorado y los estudiantes por parte del MEC, hace insostenible mantener un Master interuniversitario de 120 créditos sin ningún tipo de ayudas institucionales.

2.1.4. Diferenciación de títulos dentro de la misma universidad

En Europa y en España existen diversos Masters en Nanociencia y Nanotecnología. Todos ellos están dominados por la física y las ingenierías. La orientación “molecular” de este Máster en Nanociencia y Nanotecnología Molecular lo hace único a nivel nacional (y también europeo). Esta orientación permite desarrollar aquellos aspectos de la Nanociencia que se encuentran en la intersección entre la física, la química y la biomedicina, haciéndolo realmente multidisciplinar. Así, el Máster en Nanociencia y Nanotecnología Molecular:

- Oferta una formación investigadora de los Titulados Superiores en Química, Física, Biología; Ingeniería Química o Electrónica; Ciencia y Tecnología de los Materiales; Medicina, y posibilita un perfeccionamiento y una cualificación para su desarrollo profesional, académico e investigador.
- Establece relaciones de colaboración con instituciones y empresas de alta tecnología.

- Impulsa la cooperación entre diferentes universidades para desarrollar un perfil investigador en Nanociencia y Nanotecnología Molecular que sea demandado en los sectores profesionales I+D+i y justamente reconocido en el ámbito de la investigación científica y tecnológica.

En este Máster participan grupos de reconocido prestigio de los Departamentos de Química Inorgánica, Química Orgánica, Química Física y Física Aplicada de las universidades de Valencia (UVEG), Autónoma de Madrid (UAM), Alicante (UA), Valladolid (Uva), La Laguna (ULL), Castilla la Mancha (UCLM) y Miguel Hernández de Elche (UMH), lo que le confiere el carácter multidisciplinar y el tamaño crítico que necesita para que constituya un referente a nivel nacional en este área estratégica. En su mayoría, estos grupos se encuentran integrados en institutos y estructuras de investigación universitarios. Así, en la UVEG estos grupos desarrollan su investigación en el Instituto de Ciencia Molecular (ICMol), mientras que en la UAM lo hacen en el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA-Nanociencia), en la UCLM lo hacen en el Instituto de Nanociencia, Nanotecnología y Materiales Moleculares (INAMol) y en la UMH lo hacen dentro del Instituto de Bioingeniería.

Algunos referentes europeos de Máster en 'Nanociencia y Nanotecnología' son los siguientes:

- Master's Program in Nanosciences de la Universidad de Basel en Suiza
- Máster en Nanociencia y Nanotecnología por la Universitat Rovira i Virgili, la Universitat de Barcelona, el Institut Català en Investigació Química (ICIQ), el Institut de Ciència dels Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC) y el Institut de Microelectrònica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC).

Las características diferenciadoras del título propuesto con respecto a estos máster son el carácter molecular descrito en el punto 2.1.4 y el hecho de que sea interuniversitario y que las universidades participantes sean de diferentes comunidades autónomas del territorio nacional.

Como se ha señalado en el punto 2.1.1, este carácter interuniversitario(i) posibilita la movilidad de los estudiantes en actividades de formación programadas en las distintas sedes (presentación pública de trabajos, ciclos de conferencias, exposición de trabajos y otros eventos); (ii) dota al máster de un nivel científico y de una multidisciplinaridad no alcanzable por ninguna de las universidades por separado, ya que consigue reunir una plantilla de profesorado formada por los mejores investigadores de cada una de las universidades participantes; (iii) favorece la consolidación en España de una comunidad de jóvenes científicos formados en esta área de investigación estratégica; (iv) propicia la movilidad de los estudiantes en las distintas sedes para la realización de determinadas fases del proyecto de investigación.

Cabe asimismo mencionar que tanto profesores como estudiantes de los 3 masters mencionados anteriormente, han venido participando en la 'European School on Molecular Nanoscience (ESMoINa) que forma parte de las actividades docentes del título propuesto (Materia 10: Temas actuales de nanociencia y nanotecnología molecular).