

## **SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL MÁSTER EN DESARROLLO DE SOFTWARE A EFECTOS DE ACREDITACIÓN**

Con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos de la Dirección de Acreditación y Evaluación (DEVA) de la Agencia Andaluza del Conocimiento sobre requisitos para participar en los procedimientos de acreditación de este título de Máster, se presenta esta solicitud que no representa ningún cambio en el plan de estudios del Máster ni ningún otro cambio sustancial. La solicitud tiene que ver con el requerimiento de la propia DEVA de que las memorias de verificación de los Másteres que se vayan a acreditar se encuentren actualizadas según la nueva aplicación del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. No obstante, desde que se verificó este Máster hasta la fecha se han producido cambios tanto estructurales de la Universidad como normativos que han de ser actualizados en la presente solicitud. A ello, hay que sumar la actualización de información que se solicita ahora en la nueva aplicación y que no se requerían en las solicitudes de verificación conforme a aplicaciones anteriores.

**Así, los cambios que se han incluido en esta memoria son los siguientes:**

**Se han sistematizado los datos relativos a los apartados :**

5.2. Actividades formativas

5.5.1.6. Actividades formativas

5.3. Metodologías docentes

5.5.1.7. Metodologías docentes

5.4. Sistemas de evaluación

5.5.1.8. Sistemas de evaluación

5.5. Módulos, materias y/o asignaturas

5.5.1.2. Resultados de aprendizaje : Se han incorporado los datos relativos a cada una de las materias.

**ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDOS:** Se ha realizado una actualización de los contenidos de los apartados abajo enumerados, resultado de la adecuación y actualización de contenidos que pretende recoger los cambios normativos producidos, los cambios en la estructura y denominación de los órganos de Gobierno de la propia Universidad de Granada, así como dar respuesta a los requerimientos de forma de esta nueva aplicación:

**Punto 1.3.1:** El Centro dónde se imparte el Máster pasa a ser la Escuela Internacional de Posgrado de la Universidad de Granada, según acuerdo adoptado en Consejo de Gobierno celebrado el 30 de enero de 2012 por el que la Escuela de Posgrado pasó a denominarse Escuela Internacional de Posgrado.

**Modificado el punto 1.3.2.1.** Datos asociados al centro: Se ha actualizado el apartado relativo a las normas de permanencia de acuerdo a las normas aprobadas en Consejo de Gobierno de 29 de noviembre de 2010.

**4.1 Sistemas de Información Previo:** Se han actualizado los contenidos acorde con los cambios producidos en la estructura y denominación de los órganos de Gobierno de la propia Universidad de Granada.

**4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión:** Se han actualizado en virtud del Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Asimismo, se incluye el nuevo Reglamento sobre adaptación, reconocimiento y transferencia de créditos de la Universidad de Granada, aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Granada en sesión celebrada el día 19 de julio de 2013.

**4.3 Apoyo a Estudiantes:** Se han actualizado los contenidos acorde con los cambios producidos en la estructura y denominación de los órganos de Gobierno de la propia Universidad de Granada.

4.4 Sistemas de Transferencia y Reconocimiento de créditos: Se reflejan los cambios producidos tras la verificación del título en la normativa relativa a transferencia y reconocimiento de créditos así como los referentes a las normas de permanencia de la Universidad de Granada.

### **5.1 Descripción del Plan de Estudios:**

#### **b) Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida**

Se ha actualizado la información sobre la política de planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida mantenida por la Universidad de Granada con el fin de reforzar las conexiones y los programas de movilidad y cooperación con los otros sistemas universitarios, en especial en el entorno europeo y comunitario.

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

Se ha actualizado la información sobre las actuaciones dirigidas a la coordinación de las actividades formativas y sistemas de evaluación para asegurar la interacción horizontal y vertical.

**6.1 Personal académico:** Se actualiza la información sobre el profesorado que imparte docencia en el máster. Los cambios producidos han sido aprobados por el Consejo Asesor de Enseñanzas de Posgrado de la Universidad de Granada una vez comprobados los méritos de los nuevos profesores y según criterios establecidos por el propio Consejo en virtud de su carrera investigadora y docente y las necesidades docentes generadas.

Se ha añadido información sobre mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad y sobre mecanismos para asegurar que la contratación del profesorado se realice atendiendo a los criterios de

igualdad entre hombres y mujeres y de no discriminación de personas con discapacidad.

**6.2 Otros Recursos Humanos:** Se ha añadido la descripción del equipo humano que ofrece la Escuela Internacional de Posgrado para la gestión y coordinación administrativa de todos los Másteres.

**7. Recursos Materiales y Servicios:** Se han introducido los mecanismos para garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios disponibles en la Universidad para la accesibilidad universal de personas con discapacidad.

**8.2 Procedimiento general para valorar el progreso y los resultados:** Se ha incorporado información detallada sobre el procedimiento para el análisis de la información, toma de decisiones, seguimiento, revisión y mejora del progreso y aprendizaje, común a todos los másteres oficiales.

#### **9. Sistema de garantía de calidad.**

Se ha introducido el correspondiente enlace.

**11. Personas asociadas a la solicitud. 11.3 Solicitante:** Se han modificado los datos de contacto del solicitante del Máster

## **2.1 Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo**

El objetivo principal de estos estudios de Máster es ofrecer a los alumnos una visión actualizada del estado del arte en la investigación en temáticas relacionadas con las líneas y grupos de investigación del departamento, con la finalidad de capacitar a dichos alumnos en las tareas de investigación asociadas al desarrollo de software. Al mismo tiempo, se ofrece a los alumnos competencias aplicables al desarrollo de software usando metodologías avanzadas en el contexto de las empresas del ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación. Si bien se hace especial énfasis en los aspectos científicos y de investigación, no es menos cierta la utilidad en el contexto empresarial de esta tecnología.

La demanda de estudios de Informática ha sido tradicionalmente alta en las Universidades públicas españolas, como lo prueba el hecho de que a nivel de grado, ingeniería, o ingeniería técnica, prácticamente todas ellas ofertan estos estudios. Esta demanda crea un número de titulados de grado o equivalentes elevado (el más elevado entre todas las ingenierías en España), lo cual contribuye a una demanda importante de estudios de posgrado en el área. El número total de egresados desde 1976 hasta 2004 en titulaciones de informática de ingeniero o licenciado en Universidades públicas y privadas fue superior a 31000 alumnos, siendo esta la rama de la ingeniería con más titulados con bastante diferencia respecto de otras<sup>1</sup>.

Respecto a los estudios de posgrado ofertados por nuestro departamento (desde el curso académico 2003-04 hasta el 2008-09), inicialmente el DEA y actualmente el Máster ha tenido una demanda total de 88 alumnos de nuevo ingreso en dicho período. Creemos que, puesto este dato en relación al total de egresados de la titulación de Ingeniería Informática en la misma Universidad, revela una demanda apreciable de los estudios, máxime teniendo en cuenta que el título convive con otros tres títulos de Máster en el mismo centro. Estos estudios de posgrado han obtenido o renovado mención de calidad en todas las convocatorias, desde el curso 2003-04 hasta el 2008-09, debido esencialmente al apoyo en una investigación consolidada.

Los estudios de Máster o DEA se han encuadrado en varios programas de Doctorado con mención de calidad. A continuación se hace una revisión de dichos estudios previos que dan lugar al Máster actual, desde el curso 2003-04:

- Programa de Doctorado: "Métodos y Técnicas Avanzadas de Desarrollo de Software", organizado por el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada, y el Departamento de Informática de la Universidad de Jaén, que obtiene mención de calidad en los cursos 2003-04, 2004-05 y 2005-06.

- Programa de Doctorado: "Teoría de la Información y la Comunicación" organizado por varios Departamentos de la Universidad de Granada: Lenguajes y Sistemas Informáticos, Arquitectura y Tecnología de Computadores, y Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, y que obtiene la mención de calidad en el curso 2006-07.

•Programa de Doctorado: “Desarrollo de Sistemas Software”, organizado por el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada, que obtiene la mención de calidad en los cursos 2007-08 y 2008-09, y que continúa impartándose en la actualidad.

La Universidad de Granada oferta un total de cuatro programas de posgrado relacionados con las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TIC), con diferentes orientaciones, pero en todos los casos se trata de programas de posgrado ya consolidados, con mención de calidad, y con una producción científica importante. Esto ilustra claramente la existencia de una demanda estable y relevante de este tipo de estudios en nuestro contexto geográfico.

En el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada, en el cual se encuadra el Máster, se vienen impartiendo cursos de doctorado (y posteriormente Máster) desde la década de los 90, y hasta la actualidad, en el programa de doctorado, se ha defendido con éxito unas 40 tesis doctorales aproximadamente, a un ritmo anual creciente en la medida en la que las líneas de investigación del departamento se han ido consolidando<sup>2</sup>. Creemos, por tanto, necesario dotar al departamento de cursos de Máster con perfil investigador que permitan a los alumnos potenciales del doctorado adquirir una base de conocimientos ligada a las citadas líneas de investigación.

Desde el punto de vista de la formación orientada a la inserción laboral fuera de las Universidades, la docencia del presente Máster creemos que esta plenamente justificada por la alta demanda de profesionales cualificados por parte de empresas de base tecnológica. En particular, podemos destacar la temática relacionada con las formas avanzadas de interacción persona-ordenador, la informática gráfica (por ejemplo, en el desarrollo de videojuegos), la interacción a través de la web (ingeniería Web), o los sistemas hipermedia.

En relación a las características socioeconómicas de la zona de influencia del título, tradicionalmente la economía de la zona ha estado basada en los servicios y la agricultura, con un impacto menor de la industria. En este contexto, es necesario apostar por la potenciación de la investigación y desarrollo en TIC, de forma que se diversifique la tipología de las empresas que ofertan puestos de trabajo en la región, y en definitiva lograr que la economía y el desarrollo sean menos sensibles a o dependiente de la debilidad o fortaleza coyunturales de sectores productivos concretos.

Por tanto hay que tener en cuenta que esta oferta docente puede interpretarse como parte de un esfuerzo por renovar las bases económicas de la zona, introduciendo una cultura emprendedora en la cual juegan un papel importante las TIC, lo cual entendemos que justifica la oferta de los estudios.

Hoy en día las empresas asentadas en el Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud de Granada y en el Parque Tecnológico de Andalucía en Málaga, entre otras de la zona, presentan una importante componente de estas tecnologías. En general, en toda

Andalucía, más de 125000 personas están empleadas en empresas de media-alta y alta tecnología<sup>3</sup>, según el INE, lo cual supone el 4% de los ocupados de la región. Por tanto, es necesario incorporar a las Universidades Andaluzas una oferta de títulos en TIC que permitan proveer a las empresas existentes de empleados con una base de conocimiento sólida en estas áreas. Creemos que este Máster, a pesar de su perfil investigador, está contribuyendo y contribuirá a formar a profesionales que podrán insertarse laboralmente en el entramado de empresas de nuestra comunidad autónoma. Además de esto, la naturaleza universal de los conocimientos en TIC causa que una parte importante de nuestros egresados desarrollen su labor profesional en España (fuera de Andalucía), o en el extranjero.

## **2.2 Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas**

En general, existen numerosas Universidades de prestigio que ofertan programa de formación de gran calidad a nivel de posgrado en TIC, tanto de Universidades Españolas como, por supuesto, a nivel internacional.

Si se tienen en cuenta las características específicas de nuestro Máster, podemos ver que presenta un perfil centrado en los campos de la ingeniería del software, los sistemas de información, la interacción persona-ordenador y la informática gráfica. En España podemos encontrar un perfil parecido en la docencia de posgrado del Máster in Computing de la Universidad Politécnica de Cataluña, una de las más prestigiosas de nuestro país. Esta docencia se encuentra descrita aquí:

<https://postgrau.upc.edu/computing/menu1/courses>

A nivel internacional, en Europa podemos destacar, en el campo de la Informática Gráfica (o, en un sentido más amplio, en la Computación Visual), la docencia de posgrado de la Universidad de Saarbrücken, que constituye un referente mundial en investigación en este área. Esta docencia se encuadra en el Máster in Visual Computing, que está descrito aquí:

<http://www.máster-visual-computing.de/index.shtml>

En las áreas más específicas de nuestro Máster, como el procesamiento de voz, podemos considerar como referente la docencia de posgrado en el tema de la Universidad de Cambridge:

<http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/postgraduate/language/>

Encuadrada en la docencia de posgrado en Ingeniería del Software e Interacción persona-ordenador avanzada, podemos destacar algunas propuestas de docencia de posgrado en el área de la Ingeniería Web. Un ejemplo lo encontramos en la propuesta descrita en este documento:

[http://users.soe.ucsc.edu/~ejw/papers/whitehead\\_we4.pdf](http://users.soe.ucsc.edu/~ejw/papers/whitehead_we4.pdf)

### **2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del plan de estudios**

Este documento describe un Máster fundamentalmente orientado a la investigación, que supone la continuación de los estudios de Máster que actualmente se imparten en el departamento. La estructura docente del título que proponemos es una continuación de la estructura docente del título que actualmente se imparte (con el mismo nombre), con cambios menores. Los procedimientos de consulta internos se desarrollaron fundamentalmente en la primera mitad del año 2006, período en el cual hubo reuniones internas en los grupos de investigación del departamento. Estos grupos son:

- Grupo de Especificación, Desarrollo y Evolución de Software
- Grupo de Investigación de Informática Gráfica
- Integración de Información: Web Semántica, Almacenes de Datos y Sistemas OLAP
- Sistemas de Diálogo Hablado y Multimodal
- Lenguajes y Sistemas Informáticos
- Sistemas Concurrentes

Como resultado de las reuniones, cada grupo de investigación produjo una propuesta de objetivos y contenidos de varias asignaturas relacionadas con su temática de investigación. En reuniones globales de todos los profesores, se llegó a un consenso sobre la estructura académica del Máster. Con posterioridad al año 2006, y una vez comenzados los estudios, se han ido proponiendo modificaciones a la estructura. Estas propuestas de modificación se han elevado al coordinador de posgrado del departamento desde los diversos grupos de investigación. El coordinador ha organizado reuniones del profesorado del Máster donde se han consensuado la implantación de estos cambios.

Respecto a los procedimientos de consulta externos, los diversos grupos de investigación han contactado con investigadores de reconocido prestigio, para invitarles a exponer el estado del arte en diversas líneas de investigación en el marco de las asignaturas del Máster. Estos profesores invitados han influido en los contenidos y objetivos de las asignaturas en las que han participado, ya que dichos contenidos y objetivos se han diseñado en parte en función de la experiencia de los investigadores de estos profesores visitantes. Entre otros, podemos destacar los siguientes:

- Scopigno, Roberto (Italia)
- Barjis, Joseph (Holanda)
- Brunet Crosa, Pere (España)
- Chung, Lawrence (EE.UU.)
- Collazo Ordoñez, César (Colombia)
- Crespo, Alfons (España)
- Favela Vara, Jesús (México)
- Feito Higuera, Francisco (España)
- Gumhold, Stefan (Alemania)
- Isla Montes, José Luis (España)
- Joan Arinyó, Robert (España)
- McTear, Michael Frederik (Reino Unido)
- Montoro Manrique, Germán (España)
- Murillo Rodríguez, Juan Manuel (España)
- Torres Gil, Manuel (España)

#### **2.4. Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del plan de estudios**

Para la elaboración de las competencias y contenidos de esta oferta académica se ha considerado la opinión de profesores e investigadores de Universidades tanto españolas como de otros países. Fundamentalmente se ha tenido en cuenta la opinión de aquellos investigadores encuadrados en grupos de investigación con los que existe colaboración habitual en proyectos y publicaciones.

Esta consideración de sus opiniones se ha concretado en muchos casos en la presencia de dichos investigadores como profesores invitados del Máster, lo cual en definitiva a llevado a que sus propuestas docentes se hayan insertado directamente como parte de la docencia del título.

Asimismo, se ha considerado la opinión de las empresas u organismos públicos (distintos de las Universidad) con los que existen vínculos de colaboración a nivel de investigación o proyectos de desarrollo.

### 3.1. Objetivos

El objetivo principal del Máster Universitario en Desarrollo de Software es la adquisición por parte del estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado y multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional. Asimismo, el Máster promueve la iniciación en tareas investigadoras, en el contexto de las líneas de investigación del programa de posgrado en el que se inserta el Máster, líneas en las que desarrollan su labor los tutores del mismo, y que son las siguientes:

- Desarrollo de software e interacción persona-ordenador.
- Informática Gráfica
- Integración de Información.
- Sistemas concurrentes.
- Sistemas de procesamiento del habla y multimodales

En el contexto de cada línea, el objetivo general es dotar al alumno de competencias concretas relacionadas con la temática de la misma (ver sección 3.2). Principalmente, su finalidad ofrecer una versión actualizada del estado del arte en estas temáticas, familiarizar al alumno con las técnicas y metodologías específicas, y darle a conocer las aplicaciones y retos futuros.

Por la estructura académica del Máster, se ofrece al alumno la posibilidad de concentrarse en la línea o líneas de su elección, o incluso la posibilidad de adquirir formación multidisciplinar en más de una línea.

#### Objetivos específicos

De forma más específica, los objetivos a conseguir asociados a cada línea de investigación son los siguientes:

Línea de investigación

#### Desarrollo de software e interacción persona-ordenador

- OE1.1 Identificar las necesidades específicas de evolución que surgen en cada etapa de desarrollo de un sistema software.
- OE1.2 Estudiar los sistemas hipermedia y los sistemas de gestión de contenidos desde una perspectiva metodológica centrada en el diseño
- OE1.3 Conocer técnicas específicas de interacción persona-ordenador en las diferentes fases del desarrollo del software.
- OE1.4 Introducir el diseño sistemático de aplicaciones web usando técnicas de ingeniería del software y tecnologías para el desarrollo web.

- OE1.5 Comprender los principales métodos, modelos y técnicas aplicables al desarrollo de los sistemas colaborativos, con especial atención a sus implicaciones en los procesos de negocios.

- OE1.6 Comprender los principales métodos, modelos y técnicas aplicables al desarrollo de los entornos de computación ubicua.

- OE1.7 Estudiar métodos y técnicas de sistemas de acceso integrado a múltiples fuentes de datos. Estudiar modelos espaciales y temporales para el diseño de bases de datos.

Línea de investigación

### **Informática Gráfica**

- OE2.1 Conocer las características específicas del desarrollo del software gráfico

- OE2.2 Conocer las técnicas de representación, modelado y digitalización 3D, tanto de sólidos como de volúmenes.

- OE2.3 Conocer las técnicas de visualización tanto realista como expresiva, y su aplicación en entornos de realidad virtual.

- OE2.4 Conocer las técnicas de interacción y de interacción háptica.

- OE2.5 Saber especificar, diseñar e implementar software gráfico eficiente, haciendo uso de unidades de procesamiento de gráficos programables (GPUs)

Línea de investigación

### **Sistemas de procesamiento del habla y multimodales**

- OE3.1 Adquirir conocimientos básicos acerca del procesamiento del habla, en concreto: reconocimiento, comprensión, generación y síntesis de habla.

- OE3.2 Aprender técnicas para diseñar una gestión inteligente del diálogo hablado entre el usuario y el ordenador (estrategias de confirmación y corrección, gestión de la iniciativa en el diálogo, etc.), prestando especial hincapié a su aplicación a la implementación de call-centers.

- OE3.3 Estudiar fundamentos de diversas técnicas para la interacción multimodal con un ordenador (p.e., reconocimiento de expresiones faciales, miradas, movimiento de labios y gestos corporales).

- OE3.4 Conocer métodos y técnicas usadas en la implementación de entornos de inteligencia ambiental, así como proyectos de investigación relacionados con este campo.

Línea de Investigación

### **Integración de Información**

- OE4.1 Conocer los principales retos sobre integración de información a los que se enfrentan actualmente las organizaciones.
- OE4.2 Profundizar en los conceptos de Almacenes de Datos y Sistemas OLAP como sistemas basados en la integración de información
- OE4.3 Estudiar los principios y herramientas de la Web Semántica como medio para integrar información.

Línea de Investigación:

### **Sistemas Concurrentes**

- OE5.1 Conocer métodos de Ingeniería de Software para sistemas distribuidos, así como, de manera específica, las tecnologías de objetos e infraestructuras basadas en componentes software para el desarrollo de aplicaciones distribuidas y de tiempo real.
- OE5.2 Identificar las particularidades especiales de los sistemas empotrados y los sistemas de tiempo real en cuanto a sus requerimientos, diseño o programación.
- OE5.3 Conocer las estrategias de modelado más adecuadas para el diseño de sistemas de control y telecomunicaciones, así como las técnicas para la generación sistemática de sistemas dirigido por modelos.

Tanto los objetivos a alcanzar como las competencias adquiridas tienen en cuenta el respeto a los derechos fundamentales y de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, los principios de igualdad de oportunidades y accesibilidad universal de las personas con discapacidad y los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.