

## Desarrollo y evaluación de competencias genéricas en los títulos de grado

*Development and assessment of generic competences on bachelor degree*

Jorge Enrique Pérez Martínez

Javier García Martín

Universidad Politécnica de Madrid, España

Almudena Sierra Alonso

Universidad Rey Juan Carlos, España

### Resumen

Los nuevos títulos de grado en la Universidad española generados a raíz del proceso de Bolonia, inciden en una nueva dimensión: las competencias genéricas que deben adquirir los estudiantes universitarios. Pero ¿cómo armonizar el desarrollo y evaluación de dichas competencias con la actual actividad docente? En este trabajo se expone un modelo que permite la citada armonización con un mínimo de “ruido” y de esfuerzo complementario por parte de los docentes.

En el modelo propuesto primero se hace una selección y una ordenación de las competencias que se quieren incorporar en un plan de estudios. Se hace una proyección de las competencias en los cuatrimestres y asignaturas del plan de estudios. La introducción de las competencias en las asignaturas asignadas se hace a través del diseño de actividades de formación, desarrollo y evaluación de la competencia. La segunda componente del modelo propuesto tiene por objeto coordinar las acciones que implementen la transversalidad de las competencias bajo desarrollo tanto en espacio como en tiempo. Por último, existen un conjunto de actividades destinadas a realizar el control de calidad del proceso propuesto.

Este modelo se está implementado en las dos titulaciones de grado impartidas por la Escuela Universitaria de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid durante el curso 2012/13. La coordinación se ha mostrado especialmente difícil dado la falta de experiencia y el desconocimiento en este campo y las reticencias de algunos docentes a implicarse en este proceso.

El modelo demuestra varias bondades: flexibilidad, aplicabilidad, extensibilidad, universalidad, globalidad y economía.

**Palabras clave:** evaluación, formación, competencia genérica, educación basada en competencias, planificación docente

## Abstract

The new degrees in Spanish University, generated as a result of the Bologna process, affect a new dimension: the generic competences to be acquired by university students. But, how can we harmonize the development and evaluation of these competencies with current teaching? This paper presents a model that allows the aforementioned harmonization with minimal "noise" and additional effort on the part of teachers.

The proposed model first makes a selection and organization of competences that are to be incorporated into a curriculum. The following is a projection of competences in the semesters and curriculum subjects. The introduction of competences in the subjects assigned is carried out by designing activities of training, development and assessment. The second component of the proposed model is focused on coordinating actions to implement the transverse character of competences in both space and time. Finally, there are a set of activities to perform quality control of the proposed process.

This model is being implemented in two degree taught by the School of Computer Science at the Universidad Politécnica de Madrid during the year 2012/13. Coordination has been particularly difficult given the lack of experience and lack of knowledge in this field and the reluctance of teachers to engage in this process.

The model shows several advantages: flexibility, applicability, extensibility, universality, comprehensiveness and economy.

**Key words:** assessment, training, generic competence, competence-based education, teaching planning

## Introducción

### Definición y relevancia del problema

Con la entrada en vigor del RD 1393/2007 (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007) y la obligatoriedad de realizar la implantación de los nuevos planes de estudio adaptados a las directrices emanadas del proceso de Bolonia antes del 2010, la comunidad universitaria se ha visto embarcada en una carrera contra el tiempo para cumplimentar unas guías en las que figuraban términos que no entendía ya que no se había recibido suficiente información por parte de los organismos involucrados (Ministerio, Comunidad Autónoma, agencias estatales, etc.).

No obstante, la comunidad docente universitaria se puso a trabajar en unas tablas que hablaban de competencias genéricas y su nivel de adquisición por parte del alumnado. Las directrices desde los Rectorados, Direcciones de Escuelas y Facultades hablaban de competencias que había que considerar ya que estaban incluidas en los libros blancos de las titulaciones, o estaban definidas por la propia Universidad como relevantes para el "marco competencial" de dicha Universidad o estaban recogidas en acuerdos del Consejo de Universidades, o eran las propuestas por los colegios profesionales o se derivaban de una encuesta realizada a empresas del sector, o eran las que aparecían en el citado Real Decreto (RD) o, últimamente, las descritas por el MECES (Ministerio de Educación, 2011).

Pero ¿se entendía el significado y las implicaciones cuando se indicaba que en nuestra asignatura se iba a desarrollar la competencia de "trabajo en equipo" o de "respecto al medio ambiente" con un nivel de logro de valor 4? Ante el desconocimiento del tema en general y la presión del poco tiempo para realizarlo, se

generaron unos planes de estudio (de grado) en los que el tema de las competencias genéricas, es deficiente ya que:

- Es difícil que una asignatura pueda trabajar con suficiente profundidad más de una o dos de dichas competencias (salvo en el caso de asignaturas de tipo proyecto) mientras que la generalidad es que una asignatura indique que va a incidir sobre más de tres. Prueba de ello es lo que se refleja en la Tabla n.1. Se han escogido al azar cinco títulos de grado de cinco universidades (una para cada una de las ramas de conocimiento). La última columna de dicha tabla expresa la relación porcentual entre el número medio de competencias por asignatura y el total de éstas en el título de grado.
- Se ha omitido en las memorias de los títulos y en las guías de las asignaturas cómo se van a desarrollar y evaluar dichas competencias. Esto ocurre así en las titulaciones analizadas en la Tabla n.1.
- No se ha tenido en cuenta la propia transversalidad de dichas competencias en espacio (varias asignaturas del mismo semestre) y tiempo (varias asignaturas de diferentes semestres). En este sentido se percibe una falta de coordinación entre las asignaturas que van a trabajar una misma competencia en la misma titulación.
- Nadie, y sobre todo las instituciones, ha indicado cómo se incardina el proceso de desarrollo y evaluación de competencias en la práctica académica actual.
- Nadie se pronuncia sobre las consecuencias de que un estudiante sea brillante en las materias específicas de sus estudios pero no lo sea tanto en algunas competencias como liderazgo o creatividad; en esta situación y supuesto que esas dos competencias formen parte del marchamo competencial de la Universidad, ¿este estudiante puede alcanzar el grado?

| Universidad           | Rama de conocimiento          | Titulación de grado              | Número total de competencias genéricas | Número medio de competencias por asignatura | %      |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|---|--------|
| Alicante              | Ciencias                      | Biología                         | 14                                     | 9,17  | 68.5%  |
| Granada               | Arte y Humanidades            | Historia y Ciencias de la Música | 21                                     | 12,03                                       | 57.28% |
| Politécnica de Madrid | Ingeniería y Arquitectura     | Ingeniería de Computadores       | 16                                     | 8,8   | 55%    |
| A Coruña              | Ciencias Sociales y Jurídicas | Derecho                          | 8                                      | 3,63  | 45.37% |
| Navarra               | Ciencias de la Salud          | Farmacia                         | 28                                     | 14,44                                       | 51,57% |

**Tabla n.1.** Competencias implicadas por asignatura

La suma de estos factores genera un cierto caos en el tratamiento de las competencias genéricas. Prueba de ello es que cada Universidad está estableciendo

sus propios mecanismos para tratar este tema y es por ello que elementos inherentes al proceso de Bolonia, como lo es la movilidad, están en serio peligro de no ser una realidad a corto plazo. Es por tanto necesario proponer y ejecutar estrategias que faciliten la introducción de las competencias genéricas en los planes de estudio de manera organizada, efectiva y eficiente, que además sean válidas para cualquier titulación universitaria de grado.

### **Fundamentación teórica**

En el contexto de la educación superior, se puede definir una competencia como “la capacidad demostrada de utilizar conocimientos, destrezas y habilidades personales, sociales y metodológicas, en situaciones de trabajo o estudio y en el desarrollo profesional y personal” (European Commission, 2009, p.6). Por eso, cuando se evalúa el rendimiento del estudiante, interesa no solo el conocimiento, como es el caso en la educación tradicional, sino también lo que el estudiante es capaz de hacer utilizando ese conocimiento y cómo. Por “cómo” se pretende indicar la forma en la que usa valores y estándares metodológicos.

En el Proyecto Tuning (2009) se indica que “las competencias representan una combinación dinámica de las capacidades cognitivas y metacognitivas, de conocimiento y de entendimiento, interpersonales, intelectuales y prácticas, así como de los valores éticos” (p. 3).

En el contexto de la universidad española, el RD 1393/2007 (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007) establece en su Anexo I (artículo 3.2) las competencias básicas, en el caso del Grado, y aquellas otras que figuren en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES). Como puede comprobarse, estas competencias están expresadas con un alto nivel de abstracción si se compararan con las habituales tales como “trabajo en equipo” o “capacidad para resolver problemas”.

Las competencias genéricas no están ligadas de manera instrumental a las áreas disciplinares o limitadas a un ámbito específico. Como competencias comunes que son para todos los niveles y áreas curriculares, su aprendizaje tendrá que ser responsabilidad de todos los docentes, no tanto por el contenido que enseñan como por la forma de trabajar los contenidos (Rey, 1999). Precisamente, por ser labor de todos pero de nadie específicamente, tienen el grave peligro de quedarse en una declaración de intenciones, sin traslación real a la práctica del aula y, lo que es más grave, sin incidir en el aprendizaje por parte del alumnado. Por eso, es responsabilidad del Centro cuidar cómo articularlas, diseñando la planificación y dando soporte a los docentes y alumnos para la práctica en el aula.

Por último, las competencias no solo hay que desarrollarlas sino también evaluarlas. La evaluación de competencias (o resultados de aprendizaje) es una cuestión clave en la implantación del ECTS puesto que, como indica la Guía del Usuario del ECTS (European Commission, 2009) los créditos se reconocen cuando la evaluación demuestra que las competencias que se esperaba desarrollar se han adquirido. Así pues, la evaluación de dichas competencias es el criterio para el reconocimiento de créditos.

## **Antecedentes**

En el panorama nacional hemos identificado pocos trabajos que hayan documentado un proceso de implantación de competencias genéricas como el que aquí se describe. Cabe mencionar a dos de ellos.

En Torra et al. (2010) se describe un proceso de integración y evaluación de competencias genéricas en la Universitat Politècnica de Catalunya. Este proceso contempla integrar las competencias genéricas de forma progresiva y gradual a lo largo de la titulación. Para cada una de las 6 competencias analizadas (la competencia genérica tercera lengua tiene un tratamiento diferenciado) se definen tres niveles de adquisición y objetivos a lograr por cada nivel. En este trabajo se presentan actividades realizadas tales como la elaboración de documentación dirigida al profesorado y a autoridades académicas, plan de formación para el profesorado, recomendaciones para la elaboración de guías docentes, plataforma colaborativa, etc. No obstante, en este trabajo no se describe un proceso de implantación concreto en alguna titulación como es el caso del trabajo que aquí se describe.

A su vez, en Sánchez Fermín et al. (2012) se ilustra una propuesta que se está implantando en los estudios de Grado en Ingeniería Informática de la Facultad de Informática de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). En ella se propone definir cada competencia genérica en términos de dimensiones. Los autores (Sánchez Fermín et al., 2012) sostienen que: “Cada una de las dimensiones (aspectos de la competencia) se define en términos de objetivos a tres niveles, y son los objetivos de un determinado nivel de cada dimensión lo que se encarga a las asignaturas. De esta forma, una misma asignatura puede trabajar distintas dimensiones de una competencia genérica, cada una de ellas a un nivel diferente” (p. 185). Este es ya un ejemplo de implantación del modelo definido en Torra et al. (2010).

Esta propuesta difiere de la formulada en este trabajo en varios aspectos. En este trabajo definimos dos niveles de madurez por competencia, cada uno de los cuales denota un grado de consecución de dicha competencia. En Sánchez Fermín et al. (2012) se propone establecer una jerarquía de tres niveles, semejantes a la taxonomía de Bloom. El nivel más bajo se asigna a asignaturas de primer curso y se reservan los dos niveles más altos para asignaturas de cursos posteriores. En nuestro caso proponemos otra alternativa que consiste en utilizar una misma rúbrica para cada competencia en todas las asignaturas que trabajen dicha competencia a lo largo de toda la carrera. No obstante las asignaturas de los primeros cursos pueden prescindir de alguna faceta concreta o limitar la valoración máxima de alguna de las facetas. Además, en esta propuesta no se especifican aspectos como: ordenación de las competencias en el tiempo, criterios de asignación de competencias (dimensiones) a asignaturas, las actividades para desarrollar estas competencias en los estudiantes o las actuaciones sobre la formación del profesorado. También echamos en falta la mención a un plan de calidad sobre este proceso.

La otra propuesta que cabe mencionar se ha desarrollado en la Universidad de Deusto (Jacob, Olivier y García, 2008). Plantea un mapa de competencias generales que recoge (a) las asignaturas que desarrollan cada competencia, (b) la metodología docente propuesta y (c) el sistema de evaluación de cada competencia. Existen algunas

diferencias importantes entre esta propuesta y la que se describe en este trabajo. Entre otras, el modelo presentado en este trabajo:

- Realiza una diferenciación clara entre el proceso de implantación, los productos generados por dicho modelo y el plan de calidad para controlar tanto el proceso como los productos.
- Incluye un plan de formación para los estudiantes en las competencias a desarrollar. En Jacob et ál. (2008), no se explicita tal plan. Lo mismo puede indicarse para los docentes.
- Asegura que las competencias enunciadas en el RD se satisfacen, cosa que no concurre en la propuesta de Deusto.
- Incluye un plan de calidad para gestionar el proceso de implantación de las competencias genéricas en los títulos de grado, cosa que no se explicita en Jacob et ál. (2008).
- Mientras que en Jacob et ál. (2008), la elaboración de dicho mapa supone que el desarrollo de competencias generales debe hacerse preferentemente en los últimos cursos, nuestra propuesta no impone esta restricción en el entendimiento de que en los primeros cursos pueden y deben adquirirse competencias genéricas en sus niveles iniciales. Además, en el modelo de Deusto se impone la restricción de que el desarrollo de una competencia dada quede circunscrita al ámbito de, como máximo, 3 asignaturas. Este no es el caso de la propuesta descrita en este trabajo.

También merece una mención el trabajo descrito por Sicilia (2009). En dicho trabajo se esboza un procedimiento sistemático para seleccionar e introducir competencias genéricas en asignaturas relacionadas con ingeniería del software mediante el análisis de las conexiones entre las competencias genéricas y actividades realizadas en las competencias específicas. Para ello toma como referencia las prácticas profesionales en dicho ámbito. No obstante, este trabajo no aborda una implantación organizada en todo el plan de estudios.

Por último, cabe mencionar algunos trabajos que si bien hacen propuestas en torno a la implantación de competencias genéricas en los currícula, éstas se refieren a asignaturas individuales (Sánchez, López y García, 2010; Pérez Martínez, García y Muñoz, 2010; García y Pérez, 2011; Vizcarro et al., 2013)

En el contexto internacional no parece existir ninguna experiencia reseñable relacionada con el proceso de implantación de competencias en el curriculum. Los trabajos publicados hacen referencia a competencias pero en el ámbito de una o pocas asignaturas como es el caso de Friss de Kereki, I. (2011) o el descrito por Cajander, Daniels y von Kinsky (2011).

### **Objetivos del trabajo**

En este trabajo se propone una estrategia para introducir la formación, desarrollo y evaluación de competencias genéricas en la práctica académica universitaria habitual. Esta estrategia se concreta en un método de implantación que se está llevando a cabo como proyecto piloto en los títulos de grado que oferta la Escuela Universitaria de

Informática (EUI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM): Grado en Ingeniería del Software (IS) y Grado en Ingeniería de Computadores (IC).

El trabajo está estructurado en 5 secciones. En la sección 2 se presenta el método seguido para la realización del estudio. Aquí se incluye la descripción de la muestra que ha participado en el experimento así como la descripción de los procedimientos seguidos: pasos del proceso y cómo se ha implantado en la EUI (UPM), productos generados, plan de calidad y plan de formación. La tercera sección presenta y discute los resultados. En la cuarta sección se indican las principales conclusiones obtenidas. Por último, se indican las limitaciones del estudio y la prospectiva del mismo.

## **Método**

El modelo para implantar el desarrollo y evaluación de competencias genéricas en estudios universitarios de grado tiene tres componentes. Por un lado es necesario definir el proceso; es decir, el conjunto de actividades a realizar así como su secuencia temporal y fijar las dependencias entre éstas. Por otro, es necesario evaluar el producto generado por el proceso. En este caso el producto consiste fundamentalmente de tres partes: material de soporte para hacer posible la implantación (material para formación y evaluación, encuestas de opinión a los colectivos, cuaderno-guía de cada competencia, herramientas web), el conjunto de tareas elaboradas para medir las competencias y el conjunto de calificaciones sobre competencias genéricas de los estudiantes. Por último, es preciso elaborar un protocolo que vigile la correcta ejecución del proceso y proponga mejoras sobre el mismo; es decir, es necesario elaborar un protocolo de control de calidad. Además, se desea que el modelo propuesto cumpla con los siguientes requisitos:

- Que cubra suficientemente las competencias especificadas por los planes de estudio, por el marchamo competencial definido por la universidad y en particular las competencias genéricas especificadas por el RD 1393/2007 (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007).
- Que sea flexible; es decir, que se adapte a las características del centro universitario donde se va aplicar.
- Que se introduzca de una forma “suave”; es decir, alterando lo menos posible la organización de la docencia actual de las asignaturas.

Como se explicará más adelante, este modelo se ha puesto en práctica en las dos titulaciones de grado de la E.U. de Informática.

## **Descripción del proceso**

En el modelo propuesto se han definido un conjunto de actividades para guiar la implantación del proceso de formación y evaluación de competencias genéricas en estudios universitarios de grado. Las actividades propuestas son las siguientes:

- Configuración de la lista de competencias genéricas que se van a trabajar. Esto implica hacer un análisis de las competencias especificadas en los planes de estudio para verificar que:
  - En el conjunto de las competencias indicadas aparecen todas las definidas en el marco competencial de la universidad.
  - Las competencias indicadas soportan, en su conjunto, las definidas por el RD 1393/2007 (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007).

Para la elección de las competencias se sugiere, además, tener en cuenta las competencias “más votadas” en las asignaturas de la titulación. Por “más votadas” nos referimos a aquellas competencias que más asignaturas o materias han mencionado que van a trabajar.
- Desarrollar un mapa de competencias que establezca el orden en que se van a trabajar en el plan de estudios. El orden se establece atendiendo a la complejidad de las competencias y a las dependencias que puedan existir entre ellas. Estas dependencias se tienen que interpretar como “las competencias en las que nos vamos a basar para desarrollar una nueva competencia”. Dicho de otra forma, cuando se va a desarrollar una competencia, qué otras competencias se supone que el estudiante ya ha adquirido. Desarrollar una competencia consiste en dar formación al alumno, en la asignatura o fuera de ella, ponerla en práctica durante el curso y evaluarla.
- Para cada competencia se especifica la siguiente información:
  - Plan de formación de los estudiantes y, previamente, de los profesores. Es necesario articular, de acuerdo con las autoridades académicas, una estrategia que permita formar a los estudiantes en las competencias genéricas que demanda nuestra Universidad. Tal y como indica Rué (2008): “Por otra parte, también se acostumbra a creer, en vano, que toda competencia enunciada - como todo contenido del programa - será lograda por los estudiantes sólo por haber sido prevista. Finalmente, es común no considerar el grado de profundidad de este logro al que se aspira para dichos estudiantes, en cada materia y o curso académico. El “olvido” de su forma de desarrollo vuelve irrelevante cualquier formulación que se haga de las mismas” (p. 8). Se considera imprescindible que los estudiantes reciban una formación específica, más o menos extensa, sobre la competencia que tienen que desarrollar y que se les va a evaluar. Esto permite al estudiante conocer en qué consisten las tareas que tiene que realizar.
  - Diseño de uno o varios tipos de actividad con las que se va a desarrollar dicha competencia en las asignaturas. El objetivo del método es introducir las competencias en las asignaturas a través del desarrollo de actividades en su programación docente. Para ello, para cada competencia se diseñan unos modelos de actividades que favorecen su desarrollo y permiten su evaluación. Estos tipos de actividades se presentan como propuestas a las asignaturas, de manera que dichas asignaturas estudien la forma de

incorporarlas a su programación docente, o bien adapten algunas de sus actividades ya previstas al tipo de actividad que se les propone. A este respecto Rué (2008) afirma que “Por el contrario, cuando la propuesta se enraíza en las características y requerimientos del contexto en el que se desarrolla, cuando se conoce su lógica, puede incrementar su solidez y el grado de relevancia de la formación propuesta” (p. 9).

- Método de evaluación de dicha competencia. En la mayoría de los casos la evaluación de la competencia estará ligada a las actividades llevadas a cabo para desarrollarla. De esta forma se consigue una evaluación de la competencia integrada en la formación técnica que está adquiriendo el estudiante. La evaluación se puede realizar de diferentes formas: test psicométricos, como por ejemplo el indicado en Tasa, Taggar and Seijts (2007), resolución de ejercicios específicos que también contemplan facetas de la competencia a evaluar (véase por ejemplo, Vizcarro et al., 2013) y, en muchos casos, a través de rúbricas. Este último caso, requiere la elaboración previa de dichas rúbricas comunes de manera que una misma competencia sea evaluada con una misma rúbrica en todas las asignaturas que trabajen dicha competencia.
- Proyectar el mapa de competencias en los cuatrimestres del plan de estudios. El conjunto de competencias a trabajar en cada cuatrimestre es el conjunto resultante de la unión de los conjuntos de competencias definidas en cada una de las asignaturas que se imparten en ese cuatrimestre. El modelo propone que cada competencia se repita en varios cuatrimestres, al menos en dos. Esto nos dará una idea de la mejora en el desempeño de la competencia por parte de nuestros estudiantes.
- Se asigna a cada asignatura las competencias a trabajar, de acuerdo al mapa establecido en el paso anterior. Para la asignación se tiene en cuenta las competencias indicadas por cada asignatura en su guía docente. Además, como el número de competencias indicadas suele ser muy elevado, se permite que cada asignatura indique, de entre ellas, sus preferencias (una o dos). También hay que tener en cuenta que todas las competencias deben quedar encuadradas en, al menos, un asignatura. Además, se considera conveniente que una misma competencia se trabaje en varias asignaturas de un mismo cuatrimestre. De esta forma el estudiante experimenta cómo aplicar la competencia en diferentes contextos, lo que le permite hacerse una idea más precisa de la utilidad de dicha competencia. Cada asignatura puede trabajar una o dos competencias como máximo. Excepcionalmente podría intervenir en tres competencias si alguna de ellas está relacionada con la comunicación oral/escrita o es una asignatura tipo proyecto.
- Estudio de viabilidad para la implantación del plan de competencias. Por motivos prácticos es necesario plantearse si, para una primera aproximación a la implantación del modelo, la institución está en condiciones de abordar todas y cada una de las competencias definidas en sus planes de estudio. Es preciso, en este punto, comprobar si se cuenta con la participación de un número suficiente de asignaturas. Además de poder contar con los recursos

humanos suficientes, también es necesario contar con tiempo y con recursos económicos. Tiempo para que los profesores puedan formarse en dichas competencias para poder luego transmitirla a sus estudiantes; tiempo para poder elaborar un nuevo conjunto de actividades en sus asignaturas que contemplen las facetas definidas en las competencias genéricas a tratar; y tiempo, por último, para evaluar y obtener las calificaciones de los estudiantes. Los recursos económicos son necesarios para cubrir los gastos de asistencia a cursos. La formación a los profesores la podría impartir personal de algún organismo como pueden ser los del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE). Pero a veces es necesario recurrir a la contratación externa de especialistas para impartir dicha formación

- Establecer un protocolo para la coordinación de las asignaturas que van a impartir una misma competencia (en un mismo cuatrimestre o en cuatrimestres distintos), o bien competencias dependientes en cuatrimestres distintos. Esto permite, unificar criterios antes del desarrollo de la competencia y compartir conclusiones al finalizar de cara a los próximos cursos.

### **Aplicación del proceso a la Escuela Universitaria de Informática de la UPM**

Desde el inicio del proceso de Bolonia, el diseño de títulos adaptados al EEES ha recogido como uno de los aspectos fundamentales el desarrollo de competencias, y así se recoge en el Libro Blanco de la Ingeniería Informática (ANECA, 2005). La Escuela Universitaria de Informática diseñó sus estudios de grado siguiendo estas directrices.

Las competencias generales que figuran en los planes de estudios de las Titulaciones de Graduado en IS y Graduado en IC son, por un lado, las acordadas por la UPM, descritas en el documento elaborado por la Comisión Asesora para la Reforma de Planes de Estudio en la UPM (2008) y por otro, las competencias comunes a la Ingeniería Informática que han sido tomadas del Acuerdo del Consejo de Universidades por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química (Ministerio de Educación, 2009). A continuación se describe la aplicación del proceso descrito en el epígrafe anterior a las Titulaciones de Graduado en IS y Graduado en IC.

- *Muestra.* El modelo propuesto se ha implantado, en forma de proyecto piloto y durante el curso 2012/13, en el primer curso de los dos títulos de grado que actualmente imparte la Escuela Universitaria de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. En la actualidad se está planificando la implementación en las asignaturas de segundo año para el curso 2013-2014. En la Tabla n.2 se muestra el conjunto de asignaturas que integran los dos primeros cuatrimestres en ambos títulos de grado. Detrás de cada asignatura, y entre paréntesis, figura el número de estudiantes matriculados en dicha asignatura. En total hay 558 estudiantes matriculados en IS (83,3% hombres; 16,7% mujeres) y 442 en IC (88% hombres; 12% mujeres).

| Ingeniería del Software (IS) |  | Ingeniería de Computadores (IC) |  |
|------------------------------|--|---------------------------------|--|
| ct*                          | Asignatura   | ct*                             | Asignatura   |
| 1º                           | Álgebra (230)  | 1º                              | Análisis Matemático (203)                                |
| 1º                           | Fundamentos de Economía y Empresa (244)                    | 1º                              | Aspectos Sociales, Legales, Éticos y Profesionales (141) |
| 1º                           | Fundamentos de la Programación (147)                       | 1º                              | Fundamentos de la Programación (183)                     |
| 1º                           | Fundamentos Físicos y Tecnológicos de la Informática (219) | 1º                              | Fundamentos Físicos de la Informática (198)              |
| 1º                           | Matemática Discreta (203)                                  | 1º                              | Sistemas Digitales (182)                                 |
| 2º                           | Análisis Matemático (260)                                  | 2º                              | Álgebra (182)  |
| 2º                           | Aspectos Jurídicos, Profesionales, Éticos y Sociales (136) | 2º                              | Estructura de Computadores (158)                         |
| 2º                           | Estructura de Computadores (201)                           | 2º                              | Estructura de Datos (183)                                |
| 2º                           | Estructura de Datos (176)                                  | 2º                              | Matemática Discreta (184)                                |
| 2º                           | Programación Orientada a Objetos (187)                     | 2º                              | Tecnología de Computadores (193)                         |

ct\*: cuatrimestre

**Tabla n.2.** Población en las asignaturas de primer curso

- Configuración de la lista de competencias genéricas que se van a trabajar.* Para configurar esta lista seguimos los criterios indicados en el primer punto del epígrafe Descripción del proceso. Analizamos, en ambos títulos de grado, las competencias “más votadas”. A continuación comprobamos que entre ellas figuran las indicadas en el marchamo competencial de la UPM. Por último analizamos como las competencias seleccionas hasta ahora soportan a las definidas en el RD 1393/2007. El resultado se muestra en la Tabla n.3. Es necesario puntualizar que existen tres competencias que no son comunes a los dos grados, a saber: “Toma de decisiones” y “Trabajo en un contexto internacional” (en IC) y “Reconocimiento a la interculturalidad” (en IS). Por esta razón y dado que no aparecen entre las 9 competencias señaladas por la UPM en su “marchamo competencial” (UPM, 2013) no serán seleccionadas para este proyecto piloto. En cuanto a la competencia “Uso de la lengua inglesa” la UPM ya exige a sus egresados un nivel B2 emitido por una entidad certificadora. Por su parte, la competencia “Uso de las TIC” se entiende desarrollada y evaluada de manera implícita en ambos títulos de grado. Por tanto, estas dos últimas tampoco serán seleccionadas. Puede observarse en la Tabla n.3 que tanto el trabajo en equipo como el liderazgo, una faceta del trabajo en equipo, soportan a las cinco competencias básicas. En el RD 1393/2007 no se indica si las tareas las realizan los estudiantes de manera individual o en grupo.

|    |  | CB1 | CB2 | CB3 | CB4 | CB5 |
|----|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | Razonamiento crítico                           |     | ■   | ■   |     |     |
| 2  | Análisis y síntesis                            | ■   |     |     |     |     |
| 3  | Resolución de problemas                        |     | ■   |     |     |     |
| 4  | Aprendizaje autónomo                           |     |     |     |     | ■   |
| 5  | Comunicación oral y escrita                    |     | ■   |     | ■   |     |
| 6  | Creatividad                                    |     | ■   |     |     | ■   |
| 7  | Motivación por la calidad y la mejora continua |     |     |     |     | ■   |
| 8  | Trabajo en equipo                              | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |
| 9  | Organización y planificación                   |     |     | ■   |     |     |
| 10 | Liderazgo                                      | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |
| 11 | Respeto al medio ambiente                      |     |     | ■   |     |     |

**Tabla n.3.** Lista de competencias seleccionadas y cómo soportan las Competencias Básicas (CBx) del RD 1393/2007

- *Desarrollar un mapa de competencias.* El diagrama de la Figura n.1 presenta las once competencias seleccionadas y las dependencias entre ellas. La competencia de “Comunicación oral y escrita” se ha dividido en dos. El motivo es facilitar su formación y evaluación, ya que una asignatura podría optar por desarrollar sólo una de ellas. Además, las competencias “Resolución de problemas” y “Expresión escrita” se han desglosado en dos partes, abordando en cada una de ellas diferentes objetivos o niveles dentro de la misma competencia. Finalmente, se ha añadido la competencia “Expresión oral y escrita en lengua Inglesa”.
- *Documentar cada competencia.* De las tres dimensiones que tiene esta actividad, a modo de ejemplo, describiremos el aspecto de evaluación para la competencia resolución de problemas. La estrategia evaluadora es una rúbrica que tiene las siguientes facetas multivaloradas: (1) identificación del problema; (2) recopilación de información; (3) estrategia de resolución; (4) eficiencia del método elegido; (5) resultados; (6) conclusiones; y (7) tecnologías: uso de recursos. Por supuesto, existen otras estrategias evaluadoras que no están centradas en el uso de rúbricas y que, actualmente, estamos evaluando como complementos para una evaluación formativa, como es el caso de protocolos basados en la observación.

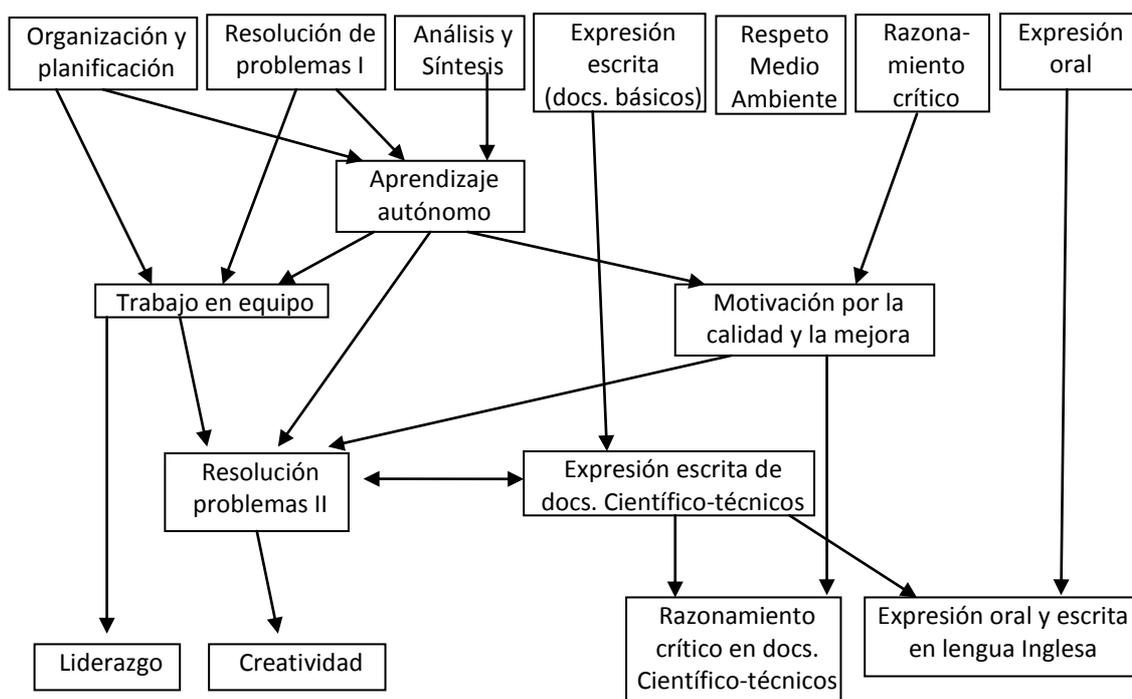


Figura n.1. Relaciones entre las competencias genéricas seleccionadas

- *Proyectar el mapa de competencias en los cuatrimestres del plan de estudios.* En la Tabla n.4 se organizan las competencias por semestres, atendiendo a las dependencias indicadas en la Figura n.1. Los números entre paréntesis indican si es la primera (1), la segunda (2) o la tercera (3) vez que los estudiantes trabajan la competencia.

| Semestre | Competencias abordadas en el semestre                  |  |   |                                     |
|----------|--|--|---|-------------------------------------|
| Primero  | Expresión escrita (documentos básicos) (1)             | Resolución de problemas dirigidos (1)                | Análisis y Síntesis (1)                                   | Respeto al medioambiente (1)        |
| Segundo  | Organización y Planificación (1)                       | Resolución de problemas (individuales-dirigidos) (2) | Expresión Oral (1)  | Razonamiento o Crítico (básico) (1) |
| Tercero  | Organización y Planificación (2)                       | Aprendizaje Autónomo (1)                             | Expresión Escrita (2)                                     |                                     |
| Cuarto   | Trabajo en Equipo (1)                                  | Motivación por la mejora (1)                         | Análisis y Síntesis (2)                                   |                                     |
| Quinto   | Expresión Escrita (documentos científico-técnicos) (3) | Resolución de problemas (grupos-abiertos) (3)        | Trabajo en equipo (2)                                     | Aprendizaje Autónomo (2)            |
| Sexto    | Liderazgo (1)  | Creatividad (1)                                      | Razonamiento Crítico (documentos científico-técnicos) (2) | Motivación por la mejora (2)        |
| Séptimo  | Expresión Oral (2)                                     | Expresión oral y escrita en lengua inglesa (1)       |   |                                     |

Tabla n.4. Mapa de Competencias



- **Coordinación.** La coordinación es un aspecto fundamental para la integración de competencias en un plan de estudios. En el proyecto que se está desarrollando existen una serie de estructuras organizativas para soportar dicha coordinación. En concreto se han creado las comisiones que se pasa a describir. Por cada competencia existe una comisión formada por un coordinador y el conjunto de profesores que participan en el desarrollo de la competencia en distintas asignaturas. Esta comisión propone, a la Comisión 7M, actividades para el desarrollo y evaluación de la competencia así como para la coordinación entre dichas actividades. La Comisión 7M está formada por 7 personas procedentes de la dirección del Centro y de los grupos CALEE y DMAE-DIA (<http://gruposdia.eui.upm.es/>). De hecho, estos grupos fueron los que gestaron el modelo aquí descrito. Esta Comisión elabora estrategias a medio plazo relacionadas con la implantación progresiva de las competencias en el plan de estudios, capta recursos y genera directrices para la formación del profesorado y, en su caso, de los estudiantes. También coordina la gestación y desarrollo del plan de calidad de este proceso. Por último, la Coordinación General, ejercida por los dos responsables últimos del proyecto, se responsabiliza de mantener la perspectiva global del proyecto y de la prospectiva del mismo.

### **Productos generados por la ejecución del proceso**

De la ejecución del proceso descrito en este trabajo se han generado multitud de productos. Entre ellos queremos destacar los siguientes:

- Sin duda, el producto más importante generado por la ejecución de este estudio es el acuerdo alcanzado a nivel de centro, departamentos y profesores sobre la necesidad de avanzar en la línea de las competencias genéricas. Aún existiendo reticencias iniciales, hay un consenso suficiente que concurre en la necesidad de abordar este problema. Este consenso quedó reflejado en la aprobación del plan en acuerdo de la Junta de Escuela.
- Documentación elaborada. Se han generado documentos a nivel organizativo que describen el proceso de implantación, las estructuras de coordinación y gestión, plan de calidad y documentación de carácter general. También se han elaborado guías para cada una de las competencias con informaciones para orientar a los profesores en la implantación de dicha competencia en su asignatura. Al final del curso se elaborará un informe final por competencia donde se reflejen las conclusiones y los resultados de la evaluación. Todo ello está recogido en un portal web que permite el trabajo cooperativo de las personas involucradas en el proceso. La URL de dicho portal es: <http://educacion.eui.upm.es/>.
- Se ha desarrollado una herramienta software cuyo objetivo es almacenar y procesar los resultados de evaluación de las competencias. La herramienta permite configurar las facetas de cada competencia, las rúbricas para evaluar las mismas y la asignación de competencias a asignaturas. Con esta herramienta cada profesor puede introducir los resultados de evaluación de

las competencias que ha trabajado en su asignatura. Es una aplicación web cuya URL es: <https://competencias.eui.upm.es/>.

## **Plan de calidad**

Los planes de estudio impartidos en la EUI y verificados por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) incorporan un plan de calidad según las directrices de calidad emanadas de esa agencia y de la UPM. El documento que describe dicho plan se denomina “Proceso de Formación de Competencias.-PR/CL/2.5/001”. El fin de este procedimiento es describir el proceso mediante el cual la EUI apoya la formación del estudiante en la adquisición de competencias genéricas y el desarrollo de determinadas capacidades en los ámbitos personal, interpersonal, social y profesional, para dirigirles hacia una mejor preparación para la inserción laboral y social, facilitando la adquisición de las mismas. Este proceso también tiene por objeto que los profesores potencien la adquisición de dichas competencias y el desarrollo de determinadas capacidades en los ámbitos personal, interpersonal, social y profesional. En su estadio actual, la ejecución de estos procedimientos consiste en la adquisición de indicadores tanto sobre el desarrollo del proceso como sobre los productos generados por el mismo. Entre estos productos se pueden mencionar las calificaciones de las evaluaciones sobre competencias genéricas obtenidas por los estudiantes, las tareas elaboradoras en diferentes asignaturas para el desarrollo de determinadas competencias y el análisis de las rúbricas utilizadas en la evaluación.

## **Plan de formación**

El comienzo de este plan de piloto se ha significado por la impartición, por parte del ICE de la UPM, de cursos de formación a estudiantes de primer curso durante el mes de septiembre de 2012 sobre competencias en comunicación oral y escrita. Y de nuevo, en enero de 2013, se han repetido los cursos anteriores además de realizar un curso sobre trabajo en equipo destinado a estudiantes de segundo curso o superiores.

La formación de los profesores arrancará en julio de 2013. El ICE de la UPM impartió durante los días 1 y 2 de julio de 2013 sendos cursos sobre “Resolución de problemas” y “Organización y planificación”. Se está en fase de elaboración de un plan integral de formación del profesorado de la EUI en las 11 competencias que se definen en sus planes de estudio.

## **Discusión de Resultados**

Los resultados obtenidos hasta ahora deben asociarse tanto al modelo como a la implantación el mismo.

Respecto del primero cabe destacar la constatación de las características que se ponían inicialmente como requisitos del método: que cubra suficientemente las competencias, que sea flexible y que permita una introducción suave. En cuanto a la flexibilidad cabe destacar la capacidad de adaptación frente a cambios de asignación

de competencias a asignaturas. Además la decisión de trabajar todas (o casi todas) las facetas de una competencia en una asignatura se ha demostrado acertada. No hemos observado necesidad de una partición por niveles similar a la propuesta en la UPC (Sánchez Fermín et al., 2012). También es notable que el material de soporte generado, en especial las rúbricas, se ha mostrado determinante a la hora de incorporar nuevos profesores para el proceso. Otro dato importante a destacar es la dificultad de elaborar tareas incardinadas en la práctica académica ordinaria de la asignatura y que contemple también las facetas de la competencia que los estudiantes deben desarrollar y, posteriormente, evaluar. Los profesores han comentado que han encontrado dificultades para transitar de las tareas elaboradas hasta ahora y que solo contemplaban competencias específicas de esa asignatura a tareas más complejas. Las reuniones de coordinación se han producido con la frecuencia programada aunque no siempre con los resultados esperados. En algunas reuniones ha sido imposible evitar que alguna asignatura abandonara el proceso.

En cuanto al segundo, ya se han adelantado algunos de los resultados obtenidos. El plan de formación ha sufrido y sufrirá variaciones sobre lo planificado. En cuanto al plan de calidad, en estos momentos se están analizando las calificaciones resultantes de las evaluaciones del primer semestre. Se está iniciando el proceso de evaluar las tareas elaboradas y validar hasta qué punto cubren las facetas de las competencias para las que fueron diseñadas. Igualmente se está procediendo al análisis de los resultados de aplicar las rúbricas en el proceso de evaluación. Estas tareas se abordarán en el próximo semestre. En cuanto a la documentación elaborada, cabe destacar que es un producto “vivo”. A la documentación asociada a cada competencia se van añadiendo nuevas tareas y nuevas experiencias para compartir con el resto del profesorado. Lo mismo se aplica a las estrategias evaluadoras. Las herramientas software se siguen desarrollando. El programa para la gestión de las calificaciones de las competencias está en su primer prototipo. Por su parte, los portales web se abrirán en breve a toda la comunidad universitaria.

## **Conclusiones**

En breve, la ANECA comenzará el proceso de certificación de los títulos de grado y postgrado. Esto implica que debe existir, entre otras cosas, un modelo implantado que contemple la formación, el desarrollo y la evaluación de aquellas competencias genéricas que en la memoria del título se han explicitado.

En este trabajo se ha expuesto uno de tales modelos así como el proceso inicial de implantación del mismo en los dos títulos de grado que imparte la Escuela Universitaria de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. Sin dejar de ser un proyecto piloto, el modelo propuesto ya ha demostrado empíricamente algunas bondades: (1) flexibilidad, puesto que permite la incorporación/tratamiento de cualquier competencia genérica en función del marchamo competencial de cada universidad; (2) integral, puesto que la formación, desarrollo y evaluación de competencias se incardina dentro de la dinámica de las propias asignaturas (embedded approach); (3) economía, ya que no hay necesidad de actividades diferenciadas dentro de las asignaturas; eso sí, las tareas a desarrollar son algo más complejas o al menos requieren otro enfoque a la hora de diseñarlas.

No obstante estas bondades, la implantación del modelo ha encontrado algunas resistencias entre el profesorado. Esta reticencia a incorporarse al proceso de implantación tiene múltiples facetas. Cabe destacar la falta de información y de formación del profesorado en este campo lo que de alguna manera limita el “posible entusiasmo” para con las nuevas actividades. A esto hay que añadirle que los procesos de formación exigen tiempo y dedicación a unos temas que no todos los docentes consideran importantes y ni siquiera relevantes o imprescindibles. Por otro lado, no hay unas directrices claras por parte del Rectorado en el sentido de la obligatoriedad de implantar este tipo de procesos o al menos, las bonificaciones para aquellos que sí lo hagan. Pero tampoco hay una política clara sobre cómo las calificaciones derivadas de la evaluación de competencias genéricas se incardinan dentro del resto de calificaciones.

### **Limitaciones del estudio**

Las limitaciones del estudio aquí presentado se refieren a dos aspectos. En primer lugar es necesario completar el proceso durante, al menos, una cohorte de estudiantes. Esto es, desplegar el proceso en todas las asignaturas de ambas titulaciones. En segundo lugar es necesario validar el proceso propuesto en otras titulaciones de ingeniería, en primera instancia, y luego trasladar el modelo a titulaciones de otras ramas del conocimiento distintas de ingeniería y arquitectura. Una vez realizado este proceso estaremos en condiciones de validar empíricamente todas las bondades enunciadas del modelo propuesto.

### **Prospectiva**

A corto plazo, durante los tres próximos años, se va a desplegar el modelo descrito sobre los semestres tercero a octavo de las titulaciones de IS e IC. Por supuesto, también sobre el Trabajo Fin de Grado. A medio plazo se trataría de exportar este modelo a otras disciplinas dentro de la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura tanto dentro de la UPM como de otras universidades. A largo plazo habría que validar el modelo expuesto desplegándolo sobre titulaciones de las otras cuatro ramas de conocimiento: Artes y Humanidades, Ciencias, Ciencias de la Salud y Ciencias Jurídicas y Sociales.

### **Referencias bibliográficas**

- ANECA (2005). Libro Blanco. *Título de grado en ingeniería informática*. Recuperado de <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otros-documentos-de-interes/Libros-Blancos/>
- Cajander, A. , Daniels, M. and von Konsky, B.R. (2011). *Development of Professional Competencies in Engineering Education*. 41<sup>st</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Rapid City, USA, 12-15 octubre.

- Comisión Asesora para la Reforma de los Planes de Estudio en la UPM (2008). *Informe sobre requisitos y recomendaciones (Borrador, versión 2ª)*. Recuperado de [http://www.dat.etsit.upm.es/~guiller/DA/PE/INFORME\\_16\\_mayo\\_bis.pdf](http://www.dat.etsit.upm.es/~guiller/DA/PE/INFORME_16_mayo_bis.pdf).
- European Commission (2009). *Guía del Usuario del ECTS*. Recuperado de [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects\\_en.htm](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects_en.htm).
- Friss de Kereki, I. (2011). *Transversal Competencies Contributions to Computer Science 1 Course*. 41<sup>st</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Rapid City, USA, 12-15 octubre.
- García, J., & Pérez, J. (2011). *Measuring the influence of cooperative learning and Project based learning on problem solving skill*. Proceedings of the 2011, Research in Engineering Education Symposium (REES 2011), Madrid (Spain), 4-7 octubre.
- Jacob Inés, Olivier Javier y García Javier (2008). *Incorporación de las competencias generales a los estudios universitarios de informática*. Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI), Granada, Spain, 9-11 julio.
- Ministerio de Educación (2009). Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química, BOE núm. 187, de 4 agosto 2009, pp. 66699-66710.
- Ministerio de Educación (2011). REAL DECRETO 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, BOE núm. 185, de 3 agosto 2011, pp. 87912-87918.
- Ministerio de Educación y Ciencia (2007). REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales”, BOE núm. 260, de 30 octubre 2007, pp. 44037-44048.
- Pérez Martínez, J.E., García, J., & Muñoz, I. (2010). Active Learning and Generic Competences in an Operating Systems Course. *International Journal of Engineering Education*, 26(6), 1484-1492.
- Rey, B. (1999). *Las competencias transversales en cuestión*. Santiago de Chile: Escuela de Filosofía de ARCIS. Recuperado de <http://www.philosophia.cl/biblioteca/rey.htm>.
- Rué, Joan (2008). Formar en competencias en la universidad: entre la relevancia y la banalidad. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, 6(1), 1-19 (número monográfico 1 “Formación centrada en competencias”). Recuperado de <http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/view/58/pdf>.
- Sánchez Fermín, Ageno Alicia, Belanche Lluís, Cabré José, Cobo Erik, Farré Rafel, ... Soler Antonia (2012). *Desarrollo integral de las competencias genéricas mediante mapas competencias*. Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI), Ciudad Real, Spain, 10-13 julio.

- Sánchez Fermín, López David y García Jordi (2010). *El desarrollo de la competencia sostenibilidad y compromiso social en la Facultad de Informática de Barcelona*. Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI), Santiago de Compostela, Spain, 7-9 julio.
- Sicilia Miguel-Ángel (2009). How should Transversal Competence be introduced in Computing Education? *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(4), 6-26.
- Tuning (2009). *Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe; la contribución de las universidades al proceso de Bolonia*. Recuperado de <http://www.unideusto.org/tuningeu/documents.html>.
- UPM (2013). Universidad Politécnica de Madrid. *Competencias genéricas: recursos de apoyo al profesorado*. Recuperado de <http://innovacioneducativa.upm.es/competencias-genericas/formacionyevaluacion>.
- Tasa K., Taggar S. and Seijts G.H. (2007). The development of collective efficacy in teams: A multi-level and longitudinal perspective. ,” *Journal of Applied Psychology*, 92(1), 17-27.
- Torra Bitlloch, I., Manuel de Villena, I., Martínez Martínez, M., Gallego Fernández, I, Portet Cortés, E. & Pérez Cabrera, M.J. (2010). Proceso de integración y evaluación de competencias genéricas en la Universitat Politècnica de Catalunya. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 201-24. Recuperado de [http://red-u.net/redu/documentos/vol8\\_n1\\_completo.pdf](http://red-u.net/redu/documentos/vol8_n1_completo.pdf).
- Vizcarro Guarch, C., Pérez, J.E., Martín Espinosa, P., Tovar, E., Blanco, G. Arquero, A., & Martín, J. (2013). Assessment of learning outcomes in computing Studies. Proceedings of the IEEE Educon 2013 Conference, Berlin (Germany), 13-15 marzo.

Artículo concluido el 29 de julio de 2013

**Cita del artículo:**

Pérez Martínez, J. E., García Martín, J. y Sierra Alonso, A. (2013). Desarrollo y evaluación de competencias genéricas en los títulos de grado. *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. Vol. 11, Número especial dedicado a Engineering Education, pp. 175-196. Recuperado el (fecha de consulta) en <http://red-u.net>

## Acerca de los autores y autora

---



**Jorge Enrique Pérez Martínez**

**Universidad Politécnica de Madrid**

Departamento de Informática Aplicada

Escuela Universitaria de Informática

Mail: [jeperez@eui.upm.es](mailto:jeperez@eui.upm.es)

Ingeniero y doctor en Informática. Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid. Coordina el grupo de investigación *Competencies and Active Learning in Engineering Education (CALEE)* y el grupo de innovación educativa *Desarrollo de Nuevas Metodologías de Aprendizaje/Evaluación (DMAE-DIA)* (<http://gruposdia.eui.upm.es/>). Ha sido responsable de múltiples proyectos en relación con la educación en la ingeniería. Su investigación está centrada en las metodologías de aprendizaje activo y en el desarrollo/evaluación de competencias transversales.



**Javier García Martín**

**Universidad Politécnica de Madrid**

Departamento de Informática Aplicada

Escuela Universitaria de Informática

Mail: [jgarcia@eui.upm.es](mailto:jgarcia@eui.upm.es)

Ingeniero en Informática. Profesor Titular de Escuela Universitaria en la Universidad Politécnica de Madrid. Participa en los grupos CALEE y DMAE-DIA. Su investigación se centra en metodologías de aprendizaje activo y en especial en PBL (Project Based Learning) tema sobre el que ha publicado numerosos trabajos. También investiga en el desarrollo y evaluación de competencias transversales.



## **Almudena Sierra Alonso**

***Universidad Rey Juan Carlos***

Departamento de Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Mail: [almudena.sierra@urjc.es](mailto:almudena.sierra@urjc.es)

Doctora en Informática. Profesora Titular de la Universidad Rey Juan Carlos. Forma parte del grupo DMAE-DIA. Su principal línea de investigación se centra en la combinación del aprendizaje cooperativo con el aprendizaje basado en proyectos y en el desarrollo de herramientas software para dar soporte a este modelo de aprendizaje. Colabora con el grupo CALEE en procesos de evaluación de competencias transversales.