

## Métricas para la medición de las Competencias Generales y Específicas para el Grado en Ingeniería Informática

L.E. Sánchez, D.G. Rosado, D. Mellado, A. Santos-Olmo, E. Fernández-Medina  
Universidad de Castilla-La Mancha, Grupo de Investigación GSyA. Ciudad Real.  
{Luise.Sanchez; David.GRosado; Daniel.Mellado; Antonio.Santos-Olmo; Eduardo.FdezMedina}@uclm.es

### Resumen

El proceso de elaboración de las memorias de grado se ha basado en un conjunto de competencias generales y específicas que, en la mayoría de los casos, entrañan un alto nivel de abstracción y ambigüedad. Por otro lado, la aparición de las competencias no ha ayudado a los alumnos a entender mejor en qué medida alcanzan los objetivos de las diferentes asignaturas, ni a tomar mejores decisiones sobre los pasos a seguir en su carrera profesional. En este artículo se pretende mostrar los resultados obtenidos durante la investigación realizada, que ha tenido como objetivo desgranar las competencias generales y específicas del Grado en Ingeniería Informática, de modo que se ofrezca un acercamiento mucho más concreto y detallado con las asignaturas y, consecuentemente, que pueda justificarse adecuadamente la forma en que las asignaturas permiten alcanzar parcial o completamente las competencias para el grado. Este enfoque, y su orientación a obtener métricas sobre las que valorar el grado en que se han alcanzado los objetivos, también permitirá que los alumnos puedan tomar mejores decisiones a la hora de seleccionar las diferentes asignaturas del grado y conocer para qué competencias están mejor cualificados.

### Summary

The process of writing honours theses is based on a set of general and specific competences which, in the majority of cases, entail a high level of abstraction and ambiguity. What is more, the apparition of these competences has not helped students towards a better understanding of the extent to which they attain the objectives of their various subjects, or to make better decisions as regards the steps to follow in their professional careers. The intention of this paper is to show the results obtained during research whose objective was to separate the general and specific

competences involved in the Computer Engineering Degree in order to provide a much more concrete and detailed approach to the subjects, which will consequently allow the way in which the subjects permit the partial or total attainment of the competences for the degree to be justified. This approach, and its orientation towards obtaining metrics with which to evaluate the degree to which the objectives have been attained, will also allow students to make better decisions when selecting various degree subjects and to discover for which competences they are best qualified.

### Palabras clave

EEES, Grado en Ingeniería Informática, Competencias Generales, Competencias Generales Específicas, Métricas, Certificaciones profesionales.

### 1. Motivación

Actualmente, Europa se encuentra inmersa en el proceso de convergencia de la educación superior, que es fundamental para el futuro de algunas carreras, y por ello es muy importante ser capaces de adaptar los nuevos planes de estudio a las necesidades reales del mercado en este sector. En el caso de la Ingeniería Informática, las empresas y los profesionales están demandando perfiles cada vez más especializados y que se adapten a una o varias certificaciones profesionales internacionales. Por lo tanto, es muy importante que los nuevos estudios estén muy enfocados a las necesidades profesionales, sin perder el rigor científico exigible en una ingeniería, y para conseguir este objetivo es fundamental que estos nuevos planes de estudio tengan una orientación que facilite la obtención de certificaciones profesionales.

Para lograr el objetivo propuesto se han analizado todas las asignaturas del Grado de Ingeniería Informática de la UCLM, creando un libro Excel que permite analizar y valorar de

forma independiente cada una de las asignaturas y materias que conforman el plan de estudios. En cada una de las fichas desarrolladas se puede ver el peso que se ha concedido a cada parte de la evaluación de las diferentes asignaturas, así como su correlación con las competencias que se pretenden alcanzar, de forma que al finalizar la carrera un alumno no obtiene sólo una nota media, que por sí sola aporta poca información real sobre los conocimientos adquiridos, sino que obtiene un informe completo del nivel de adquisición de cada una de las competencias, lo que posibilita una búsqueda mucho más eficaz de un puesto de trabajo.

En este artículo se presentan algunos de los resultados obtenidos en el proyecto, mostrando los principales aspectos y problemáticas que se han ido descubriendo a medida que se iba desarrollando el proyecto, y también los materiales generados y entregables que se han ido generando como resultado de cada actividad.

Esta investigación ha supuesto la creación de equipos docentes multidisciplinares, con experiencia académica pero también con experiencia profesional. Los resultados están siendo aplicados y validados en el Grado de Ingeniería Informática del Campus de Ciudad Real de la Universidad de Castilla-la Mancha.

El artículo estará formado por cinco secciones: En la primera pondremos en contexto la importancia del momento actual de creación de planes de estudio. En la segunda sección se analizará la estructura general del plan de estudio para la Ingeniería Informática propuesta en la Universidad de Castilla-la Mancha. En la tercera sección se analizarán los objetivos perseguidos en la investigación y los métodos científicos que se han utilizado. En la cuarta sección se analizarán algunos de los resultados obtenidos durante la investigación. Finalmente, en la última sección describiremos las principales conclusiones obtenidas hasta el momento.

## 2. Estado del arte

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se inicia con la Declaración de la Sorbona de 1998, que destacó el papel de las Universidades en el desarrollo de la dimensión cultural y de la Europa del conocimiento, y se amplía con las Declaraciones de Bolonia (Junio de 1999), de

Praga (2001) y de Berlín (Septiembre de 2003) y Bergen (Mayo de 2005). En ellas se acordó promover y desarrollar en los países participantes la reforma de la estructura y la organización de las enseñanzas universitarias para estimular la construcción de un Espacio Europeo de Educación Superior con el objetivo de favorecer la movilidad y las oportunidades de empleo, y además hacer que estos nuevos planes de estudio y su implantación se adaptasen a las demandas de las empresas [1], de forma que sirvan para hacer que los nuevos profesionales aumenten la productividad del tejido empresarial Europeo [2].

Actualmente, la mayor parte de los grados ya se han definido, pero gran parte de las Universidades Europeas se encuentran en pleno proceso de implantación de los nuevos planes de estudio del Grado en Ingeniería Informática, basándose para ello en las intensificaciones propuestas por la ACM [3], las cuales están muy orientadas a competencias excesivamente complejas y difusas.

En el caso del grado en ingeniería informática, los nuevos planes se han orientado a la existencia de un grado único con cinco especialidades o intensificaciones. Estas cinco intensificaciones se corresponden con las Tecnologías Específicas de la 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 que establece recomendaciones para la propuesta por las Universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales del ámbito de la Ingeniería Técnica Informática (BOE Num. 187 del 4/8/2009), y las propuestas por la ACM [3].

Actualmente, muchas instituciones e investigadores están trabajando para unificar y complementar el grado de ingeniería informática, tomando como base el modelo USA [4] o el modelo Europeo [5]. Algunas investigaciones han considerado que el problema no estaba tanto en el contenido de los dominios sino en el mecanismo de aprendizaje, centrándose en buscar metodologías de enseñanza ágiles [6]. Pero uno de los grandes problemas es que casi todas las investigaciones se han centrado en la definición de los planes, dejando de lado el proceso de implantación.

### 3. Grado en Ingeniería Informática en la UCLM

En el caso de la UCLM (Universidad de Castilla-La Mancha), la nueva propuesta del plan de estudios está dividida en un conjunto de bloques orientados a la obtención de un título que, por una parte, se centrará en aspectos generalistas, haciendo que el estudiante adquiera al menos las competencias transversales de formación básica, comunes a la rama de informática y, por otra parte, las competencias de al menos una de las especializaciones recomendadas por la ACM.

El problema de esas competencias es que son complejas y difusas a la hora de poder aplicarlas, tanto para los alumnos como para las empresas, y tampoco permiten responder a preguntas como ¿Los conocimientos asociados con estas competencias han sido realmente obtenidos por el alumno? ¿En qué medida han sido obtenidos? ¿Son las competencias que necesitan realmente las empresas?

Y es en este proceso de cambio, definición e implantación de los nuevos planes de estudio donde está el punto crítico para el futuro de algunos estudios tan nuevos, tan cambiantes y de los que depende tanto el progreso de la sociedad como es el caso de la Ingeniería Informática [7]. Por lo tanto, es muy importante ser capaces de adaptar los nuevos planes de estudio a las necesidades reales del mercado [8], siendo capaces de implantarlos de una forma correcta que permita alinearlos con las competencias a las que se orientan y a las necesidades de las empresas. En el caso de la Ingeniería Informática, las empresas y los profesionales están demandando perfiles cada vez más especializados [9], por lo que es muy importante que los nuevos estudios estén muy enfocados a poder obtener una serie de competencias objetivas y medibles, y que éstas estén alineadas con las necesidades profesionales [10], sin perder el rigor científico exigible en una ingeniería. Para conseguir este objetivo es fundamental que la implantación de estos nuevos planes de estudio tenga una orientación que facilite la identificación de sub-competencias medibles que puedan vincularse con los contenidos de las asignaturas, de forma que pueda determinarse en qué medida una asignatura contribuye al cumplimiento de la competencia, y en qué medida un alumno consigue dicha competencia.

Por último, no debemos olvidar que el ayudar a los alumnos a comprender en detalle los requerimientos de obtención de una competencia, que además ha sido validada con las necesidades reales de la empresa, supone una ventaja competitiva, ya que permite al alumno tomar una mejor orientación laboral al finalizar sus estudios, que también se traduce en una mejora de la productividad de la empresa al poder contratar a los alumnos más adecuados para las competencias buscadas, lo que se traduce en mejoras salariales que pueden superar el 10% [11].

### 4. Objetivos perseguidos en la investigación

Una vez que hemos analizado la importancia del momento actual en el que se están implantando los nuevos grados, podemos describir los objetivos principales de la investigación como:

- Establecer un sistema objetivo de valoración de competencias que esté alineado con las necesidades de las empresas, y que aporte un conocimiento real al alumno sobre su progresión en la carrera que le permita tomar decisiones a la hora de seleccionar las asignaturas.
- La valoración de las competencias dentro del marco global de todas las asignaturas, con el objetivo de conocer incoherencias en las mismas y aspectos mejorables, así como alinear mejor las diferentes intensificaciones con las competencias.

El resultado de la investigación es ofrecer un mecanismo al alumno que le permitirá conocer en todo momento el grado en que está obteniendo las diferentes competencias, lo que le permitirá saber mejor hacia dónde orientar su actividad profesional y qué aspectos debe reforzar. Por otro lado, la investigación permitirá que las empresas puedan realizar una selección mucho más rápida del perfil que necesitan para cubrir un puesto de trabajo, de forma que disminuirá la probabilidad de introducir a una persona en un puesto de trabajo ajeno a las competencias que realmente ha demostrado y obtenido en la carrera. Esto tendrá beneficios directos en la empresa, que aumentará su eficacia y su nivel productivo [11], y en el trabajador, que será seleccionado para el puesto más afín a sus competencias. La unión de estos factores y el buscar el alineamiento de los

conocimientos ha dado un valor añadido en la investigación, garantizando su viabilidad.

Para la realización de la investigación se ha utilizado el método de investigación denominado “Investigación-Acción” [12], que ha permitido alinear en todo momento la investigación con un objetivo práctico y realista que, además, tenga un impacto directo en la mejora del sector privado. Y por otro lado se ha utilizado el enfoque GQM (Goal-Question-Metric) [13-15] para obtener un conjunto de métricas adecuadas.

## 5. Resultados de la investigación

Como parte de la investigación, se realizaron estudios previos para determinar que las certificaciones profesionales están correctamente alineadas con la materia de las asignaturas [16-20]. El siguiente paso de la investigación fue intentar correlacionar estas certificaciones con las sub-competencias de las asignaturas. Al realizar este paso, nos encontramos con varios problemas:

- Las sub-competencias están definidas a nivel de materia, y aunque las hemos descompuesto a nivel de asignatura actualmente todas las asignaturas de una materia tiene las mismas sub-competencias y con el mismo peso.
- Las sub-competencias generales están muy alineadas con los requerimientos de las empresas y de las certificaciones, pero no así las sub-competencias técnicas. Un ejemplo claro de la problemática planteada son las certificaciones ofrecidas por ISACA que se centran en aspecto técnicos de seguridad; sin embargo, en la definición del grado todas las asignaturas comparten las mismas competencias técnicas.

Se decidió dejar la resolución de ambos problemas para fases posteriores de la investigación, centrandolo en la fase actual en establecer la relación entre las sub-competencias y las asignaturas como paso inicial para establecer métricas que permitan valorar las competencias obtenidas por el alumno. Para establecer el mapa entre sub-competencias y asignaturas se han tenido en cuenta las 100 asignaturas aprobadas del grado de Ingeniería Informática en Ciudad Real y en Albacete. Se ha considerado que todas las asignaturas estarán

formadas por cuatro familias de actividades evaluables: i) ESC: Pruebas escritas y/u orales; ii) INF: Entrega de informes, problemas.; iii) LAB: Trabajo de laboratorio y iv) PRES: Presentaciones y participaciones en seminarios.

Cada uno de estos aspectos evaluables aporta unas sub-competencias diferentes y tiene un peso diferente dentro de la asignatura. En la Figura 1 se puede ver un ejemplo de un sub-conjunto de las sub-competencias asignadas a la asignatura de “Cálculo y Métodos Numéricos”, de forma que la actividad ESC tiene un peso del 50% en la nota total de la asignatura, y se ve influenciada por un conjunto específico de sub-competencias transversales genéricas.

		Cálculo y Métodos Numéricos													
Asignatura:		Numéricos													
Nº Créditos:		6													
METODO DOCENTE	PESO	Sub-Competencias transversales genéricas													
		normativa de la				Instrumentales			Personales						
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5
ESC	0,5	1	1			1	1	1	1	1					
INF	0,15					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LAB	0,15		1	1		1			1	1	1	1	1	1	1
PRES	0,2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 1. Sub-conjunto de las sub-comp. asignadas a la asignatura “Cálculo y Métodos Numéricos”.

Una vez realizada la asignación a nivel de partidas evaluables de cada asignatura del Grado, y definido el peso de estas partidas, se ha analizado con las empresas, profesores y alumnos cuáles serían los resultados que esperarían obtener de las competencias y sub-competencias. Las conclusiones principales se pueden resumir en las siguientes:

- Los Profesores buscan poder transmitir la importancia de las competencias y hacer entender a los alumnos cómo los contenidos de las asignaturas les permiten obtener esas competencias
- Los Alumnos quieren entender las competencias y poder conocer en todo momento qué competencias han adquirido de forma numérica y clara.
- Las Empresas quieren poder tomar decisiones rápidas y objetivas sobre la persona más adecuada para un perfil profesional.

En base a los objetivos perseguidos por los diferentes participantes, hemos considerado que las métricas a desarrollar deberían tener por objetivo permitir que un alumno no obtenga al finalizar la carrera sólo una nota media, sino un informe completo de todas las competencias adquiridas y el nivel en que éstas se han conseguido. Para ello, se ha establecido una valoración basada en el número de competencias que una actividad de una asignatura permite conseguir y el peso que tiene esta actividad. En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de las fichas generadas para cada una de las 100 asignaturas del Grado. La valoración tendrá en cuenta el peso de las actividades y el número de créditos de la asignatura.

Asignatura:	Cálculo y Métodos Numéricos
Nº Créditos:	6

METODO DOCENTE	PESO	Competencias transversales genéricas													
		Según normativa de la UCLM				Instrumentales					Personales				
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5
ESC	0.50	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
INF	0.15	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
LAB	0.15	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
PRES	0.20	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
<b>TOTAL COMPETENCIAS:</b>		0	3	3	0	4	3	1	4	3	3	4	0	3	3
<b>PESO EN CRÉDITOS DE LA COMPETENCIA SOBRE LA ASIGNATURA</b>		0	5,1	5,1	0	6	5,1	3	6	5,1	3	6	0	3	3

RESULTADOS POR ACTIVIDAD	NOTA ALUMNO	Competencias transversales genéricas													
		Según normativa de la UCLM				Instrumentales					Personales				
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5
ESC	8,00	0	8	8	0	8	8	8	8	8	0	8	0	0	0
INF	7,00	0	0	0	0	7	7	0	7	0	7	7	0	7	7
LAB	8,00	0	8	8	0	8	0	0	8	8	8	8	0	8	8
PRES	6,00	0	6	6	0	6	6	0	6	6	6	6	0	6	6
<b>TOTAL COMPETENCIA:</b>		0,0	7,3	7,3	0,0	7,2	7,0	8,0	7,2	7,3	7,0	7,2	0,0	7,0	7,0

Figura 2. Valoración de sub-compet. por asignatura.

A partir de la valoración de todas las asignaturas, se han creado fichas que permiten conocer el nivel con el que se obtiene cada sub-competencia a nivel de materia. Inicialmente, todas las asignaturas de las materias tienen la misma valoración para cada competencia, pero las fichas y métricas generadas en la aplicación desarrollada permiten que cada profesor modifique su asignatura de forma independiente, y el sistema recalcularía automáticamente el valor de cada materia para las sub-competencias. En la Figura 3 se puede ver ejemplo, de la valoración de las sub-competencias para la materia “Fundamentos Matemáticos de la Informática”.

Materia:	Fundamentos Matemáticos de la Informática
Nº Créditos:	24

METODO DOCENTE	Nº CRÉDITOS DE LA ASIGNATURA	Competencias transversales genéricas													
		normativa de la UCLM				Instrumentales					Personales				
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5
Cálculo y Métodos Numéricos	6	0	5,1	5,1	0	6	5,1	3	6	5,1	3	6	0	3	3
Álgebra y Matemática Discreta	6	0	5,1	5,1	0	6	5,1	3	6	5,1	3	6	0	3	3
Lógica	6	0	5,1	5,1	0	6	5,1	3	6	5,1	3	6	0	3	3
Estadística	6	0	5,1	5,1	0	6	5,1	3	6	5,1	3	6	0	3	3
<b>PESO EN CRÉDITOS DE LA COMPETENCIA SOBRE LA MATERIA</b>		0	20	20	0	24	20	12	24	20	12	24	0	12	12

ASIGNATURA	NOTA ALUMNO	Competencias transversales genéricas													
		normativa de la UCLM				Instrumentales					Personales				
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5
Cálculo y Métodos Numéricos	7,45	0	7,3	7,3	0	7,3	7	8	7,3	7,3	7	7,3	0	7	7
Álgebra y Matemática Discreta	7,05	0	7,3	7,3	0	7	7	7	7	7,3	7	7	0	7	7
Lógica	8,15	0	8	8	0	7,8	7,7	9	7,8	8	7,3	7,8	0	7,3	7,3
Estadística	6,45	0	6,3	6,3	0	6,8	6,7	6	6,8	6,3	7	6,8	0	7	7
<b>NOTA OBTENIDA POR EL ALUMNO EN LA COMPETENCIA PARA TODA LA MATERIA</b>		0	7	7	0	7	7	7	7	7	7	7	0	7	7

Figura 3. Valoración de sub-competencias por materia.

El resultado final permite que, introduciendo las notas obtenidas por el alumno para cada asignatura y en cada una de las cuatro actividades evaluables, éste pueda obtener una valoración objetiva de las competencias que ha adquirido, en qué nivel y con qué peso en créditos ECTS. En la Figura 4 se puede ver el ejemplo de un extracto de las notas de un alumno valoradas por actividad.

MODULO	MATERIA	ASIGNATURA	Nº ECTS	Actividades Evaluables			
				ESC	INF	LAB	PRES
Formación Básica (60 ECTS)	Fundamentos Matemáticos de la Informática	Cálculo y Métodos Numéricos	6,00	8	7	8	6
		Álgebra y Matemática Discreta	6,00	7	6	7	8
		Lógica	6,00	9	7	8	7
		Estadística	6,00	6	8	7	6
	Fundamentos Físicos de la Informática	Fundamentos Físicos de la Informática	6,00	5	7	7	9
Ingeniería de Computadores	Tecnología de Computadores	6,00	6	7	7	6	

Figura 4. Ejemplo de notas obtenidas por un alumno para cada actividad de las asignaturas.

Mediante la aplicación desarrollada y las formulas de valoración de sub-competencias, el sistema automáticamente calcula las competencias que el alumno ha adquirido y el nivel de

adquisición de éstas. En la Figura 5 y 6 se pueden ver ejemplos de estos resultados.

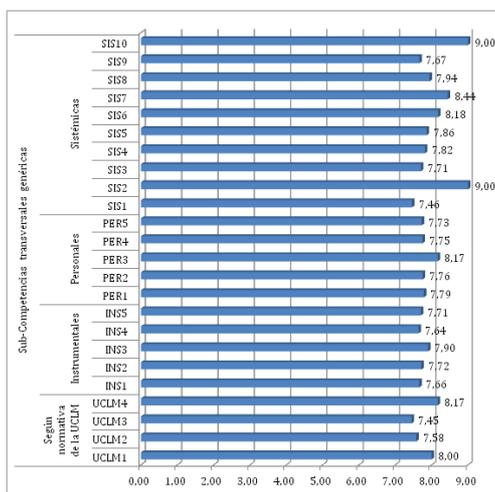


Figura 5. Ejemplo de sub-competencias transversales genéricas valoradas obtenidas por el alumno

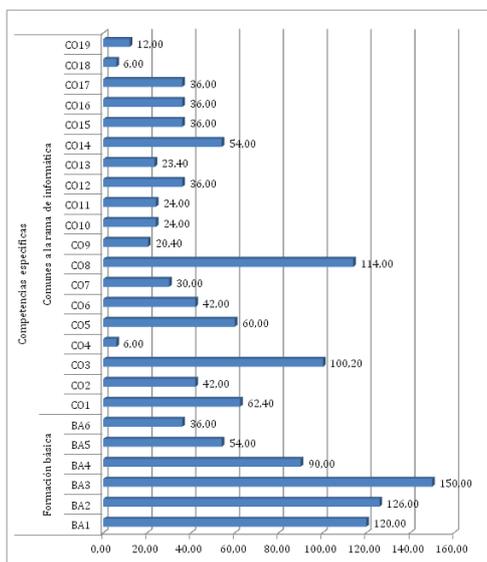


Figura 6. Ejemplo de sub-competencias transversales específicas a nivel de peso (créditos ECTS) obtenidos por el alumno

Del análisis de los resultados, se pueden sacar algunas conclusiones importantes:

- Si analizamos la Figura 5, podemos ver cómo el alumno no obtiene las sub-competencias al mismo nivel. El alumno propuesto para el ejemplo se ha mostrado mucho más competente en las sub-competencias relacionadas con el “Compromiso Ético” o “Temas Medioambientales” que en aspectos como el “Razonamiento crítico”. Eso hace presuponer que el alumno sea más valido para una compañía de carácter social o medioambiental que para una compañía especulativa. Pero si correlacionamos esta misma información con la que representa el peso en créditos ECTS que cada competencia ha tenido en la vida del alumno, nos damos cuenta que los “Temas Medioambientales” apenas han tenido en su aprendizaje un peso de 25 créditos, mientras que aspectos como la “Capacidad de Adaptación” han tenido un peso enorme de más de 500 ECTS y el alumno ha obtenido una nota elevada. Esta es una característica muy valorada por las empresas.
- En las Figura 6 podemos ver cómo existen sub-competencias muy importantes para el alumno, como la BA3 o CO8, mientras que otras como la CO4 o la CO18 apenas han tenido peso (*medido en número de créditos cursados*) en su formación. Esta información es de gran interés para las empresas, ya que para ellos una sub-competencia es una disciplina que se adquiere mediante el esfuerzo, y no es lo mismo dedicar 500 horas a adquirir una competencia que 5. Si dos personas tienen una nota parecida, y una ha dedicado 100 horas y otra 500, siempre se decantarán por la segunda.
- En otros resultados se puede ver cómo la intensificación elegida por el alumno definirá las competencias técnicas generales que adquiera, pero éstas también se verán influenciadas por las optativas que seleccione.

Como se puede ver, el resultado obtenido resulta de gran interés para su estudio, y permite analizar si los planes son correctos o no, obteniendo muchos datos de interés sobre cómo mejorar en el futuro los nuevos planes.

## 6. Conclusiones

La experiencia de haber abordado esta investigación ha supuesto un esfuerzo muy importante para todos los participantes, tanto del sector público como del privado. Se debe destacar la buena disposición que todos los participantes del proyecto han mostrado en todo momento, aun cuando debían compaginar el proyecto con otras actividades cotidianas como la investigación y la docencia para la gente del sector público, y las tareas de dirección, gestión, etc., en el caso de los participantes del sector privado. Pero el esfuerzo realizado por todos ellos ha merecido la pena, ya que va a permitirles ofrecer un mejor valor.

En el caso de las empresas, mediante la utilización de la aplicación desarrollada pueden emitir de una forma rápida un informe de valoración del alumno que les permita seleccionar a los mejores profesionales para el puesto que ofrezcan, reduciendo el tiempo empleado en entrevistas y en el análisis detallado del expediente del alumno.

En el caso de los profesores, cuentan con una nueva herramienta para hacer que los alumnos entiendan mejor cómo las diferentes asignaturas les ayudan a obtener competencias y que dichas competencias tienen un valor real a la hora de obtener un puesto de trabajo.

De igual forma, las conclusiones, entregables e informes obtenidos en este proyecto de innovación docente son tan sólo el comienzo de un camino que debería continuar los años siguientes, mediante continuas mejoras en las líneas emprendidas. Entre las mejoras que se contemplan están:

- Generar una herramienta automática que permita a los alumnos conocer en todo momento el nivel de las competencias adquiridas y simular cómo podrían adquirir o mejorar las competencias mediante la selección de nuevas asignaturas.
- Esta herramienta también debería permitir a los alumnos hacer el proceso inverso: dado el campo de trabajo en el que se quiere desarrollar la actividad, determinar qué asignaturas les permitirán obtener las competencias necesarias para trabajar en dicho campo.
- Dado que se han conseguido valorar las competencias obtenidas por un alumno,

se puede automatizar el proceso de búsqueda y selección de las empresas en base a diferentes competencias, lo que permitiría generar unos baremos de selección de puestos de trabajo en base a competencias, de forma que los alumnos puedan conocer todos los años qué nivel están pidiendo las empresas en cada competencia para trabajar en un campo determinado.

- Fuera de la automatización del proceso, se quiere extender el estudio realizado de las certificaciones relacionadas con la intensificación de la Ingeniería del Software al resto de asignaturas del grado.
- Se analizarán y valorarán las tecnologías asociadas a las asignaturas, ya que se trata de un mecanismo objetivo que las empresas privadas requieren para complementar la valoración de las competencias.
- Por último, se pretende seguir desgranando las sub-competencias a competencias cada vez más específicas, que permitan seleccionar cada vez mejor a los alumnos para los puestos de trabajo más adecuados.

Para concluir, tan sólo nos gustaría mencionar que todos los resultados obtenidos en esta investigación se comenzarán a aplicar en los cursos futuros, y que las empresas que se han involucrado en el proyecto ya los están utilizando a la hora de determinar qué Ingeniero se adapta mejor al puesto solicitado.

## Agradecimientos

Esta investigación es parte de los proyectos de innovación docente “*Proceso de Reificación de las Competencias Generales y Específicas para el Grado de Ingeniería Informática y Definición de un Plan de Métricas de Evaluación de dichas Competencias*”, y “*Implantación y Orquestación de los Contenidos de Seguridad en el Grado en Ingeniería Informática que Favorezca en Acercamiento a las Principales Certificaciones Profesionales de Seguridad y Auditoría*” concedidos dentro de la 6ª Convocatoria de Ayudas para Proyectos de Innovación Docentes promovidos por el Vicerrectorado de Ordenación

Académica y Formación Permanente de la Universidad de Castilla-la Mancha.

### Referencias

- [1] Pereira, C., et al. *The European Computer Science Project: A Platform for Convergence of Learning and Teaching*. in *DLC&W 2006*. 2006. Lisbon, Portugal: October 2006.
- [2] Forbes, N.M., P, *Computer science today in the European Union*. *Computing in Science & Engineering*, 2002. 4(1): p. 10-14.
- [3] ACM, *Computer science curriculum 2008: An interim revision of CS 2001*, in *Review Task Force*, R.f.t. Interim, Editor 2008, ACM.
- [4] Pyster, A., et al., *Master's Degrees in Software Engineering: An Analysis of 28 University Programs*. IEEE Software, 2009: p. 95-101.
- [5] Lago, P., et al. *Towards a European Master Programme on Global Software Engineering*. in *20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'07)*. 2007.
- [6] Rico, D. and H. Sayani. *Use of Agile Methods in Software Engineering Education*. in *Agile Conference, 2009*. 2009. Chicago, USA.
- [7] Lethbridge, T., et al. *Improving software practice through education: Challenges and future trends*. in *Future of Software Engineering(FOSE'07)*. 2007.
- [8] Thompson, J. *Software Engineering Practice and Education An International View*. in *SEESE'08*. 2008. Leipzig, Germany.
- [9] García García, M.J. and L. Fernández Sanz, *Opinión de los profesionales TIC acerca de la formación y las certificaciones personales*, in *Certificaciones profesionales en las TIC2007*, mayo-junio 2007: Novática. p. 32-39.
- [10] Seidman, S.B. *Software Engineering Certification Schemes*. in *Computer*, 2008. 2008.
- [11] Willmer, D. *Today's Most In-Demand Certifications*. 2010 [cited 2010 26 July 2010].
- [12] Padak, N. and G. Padak, *Guidelines for Planning Action Research Projects*.
- [13] Basili, V.R., G. Caldiera, and H.D. Rombach, *The Goal Question Metric Approach*, in *Encyclopedia of Software Engineering*, G.C.a.D.H. Rombach, Editor 1994, Jhon Wiley and Sons: New York. p. 528-532.
- [14] Basili, V.R. and D.M. Weiss, *A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data*. IEEE Transactions on Software Engineering, 1984: p. 728-738.
- [15] Rombach, H.D., *Design Measurement: Some Lessons Learned*. IEEE Software, 1990. **March 1990**: p. 17-25.
- [16] L.E. Sánchez, et al., *Proceso de Reificación de las Competencias Generales y Específicas para el Grado en Ingeniería Informática y Definición de un Plan de Métricas de Evaluación de dichas Competencias*, in *XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU11)*2011: Sevilla (España). p. 51-58.
- [17] D.G. Rosado, et al., *Implantación y Orquestación de Contenidos y Competencias en Seguridad y Auditoría acorde a las Certificaciones Profesionales*. XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU11), 2011: p. 59-66.
- [18] D.G. Rosado, et al., *La Seguridad como una asignatura indispensable para un Ingeniero Software*, in *XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU10)*.2010. p. 205-212.
- [19] L.E. Sánchez, et al., *Ingeniería del Software: Tendencias Profesionales*, in *I European Workshop on Computing and ICT Professionalism (EWCIP10)*.2010: Santiago de Compostela, España. p. 529-536.
- [20] L.E. Sánchez, et al., *Papel de las certificaciones profesionales en la enseñanza universitaria de ingeniería de software en España*, in *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)*2010. p. 6-24.