

Competency Assessment of the Engineering Software for the Curricular Orientation of Students

L. E. Sánchez, A. S. Olmo, D. Garcia, S. Camacho and E. F. Medina

Abstract— During the reform of computer engineering degrees, the emergence of the concept of competence has not helped students better understand the extent to achieve the objectives of the different subjects, or to make better decisions about next steps in their careers. This article is intended to show the results obtained during the investigation, which has aimed shelling general and specific competencies of Degree in Computer Engineering, focusing on those related to information security, in order to seek a much more concrete approach and detailed subjects and consequently can adequately justified how the subjects partially or completely allow to reach the competitions for the grade. This approach, and its orientation to obtain metrics on which to assess the extent to which objectives have been achieved, will also allow students to make better decisions when selecting the different subjects of the degree and know what skills are better qualified.

Keyword— European Higher Education, EHE, Degree in Computer Engineering, General Skills, Specific General Skills, Metrics, e-HRM.

I. INTRODUCCIÓN

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.

Dentro de este proceso de convergencia y en particular en el caso de la Ingeniería Informática, las empresas y los profesionales están demandando perfiles cada vez más especializados, que se adapten a una o varias certificaciones profesionales internacionales y que hayan adquirido durante su formación universitaria las competencias adecuadas para el puesto de trabajo que van a desempeñar.

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 y que las competencias tengan una utilidad práctica para los actores involucrados en el proceso (alumnos, empresas y universidades).

A esto se suma la importancia cada vez mayor que están

tomando los e-HRM (e-Human Resource Management), es decir, los sistemas automatizados de gestión de recursos humanos, que permiten importantes reducciones de costes y mejoras de nivel de servicio [1-3]. Las organizaciones están realizando importantes inversiones de tiempo y recursos para desarrollar este tipo de aplicaciones [4-7] y modelos para evaluar su efectividad [8].

En el año 2002, al menos el 91% de las PYMES de EE.UU. utilizaban la tecnología basada en la web para mejorar su gestión de recursos humanos de alguna manera [9]. A partir del año 2010 y debido a la madurez alcanzada por algunas compañías, se empieza a analizar la posibilidad de utilizar técnicas de inteligencia artificial para mejorar los procesos de selección de personal, utilizando el potencial ofrecido por el Cloud Computing y técnicas como los Sistemas Expertos, Redes Neuronales, etc. [10-14].

El problema es que la evolución de las competencias de las mallas curriculares y de los sistemas e-HRM en las empresas privadas están siguiendo líneas divergentes, en lugar de converger para dar solución a un problema común: “Preparar a los alumnos para maximizar su capacidad profesional en su futuro puesto de trabajo”.

Para lograr el objetivo propuesto se han analizado todas las asignaturas del Grado de Ingeniería Informática de la UCLM, creando un prototipo de programa 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 y el esfuerzo real que esa competencia ha tenido en la carrera, lo que posibilita una búsqueda mucho más eficaz de un puesto de trabajo para el alumno y una selección más eficaz por parte de la empresa.

En este artículo se presenta el proceso de obtención de estas competencias valoradas, mostrando los principales aspectos y problemáticas que se han ido descubriendo a medida que se iba desarrollando la investigación, así como los siguientes procesos que se han identificado que se deberían realizar a partir de los resultados obtenidos, de forma que las competencias pudieran seguir generando valor.

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

L. E. Sánchez, Univ. Castilla-la Mancha (UCLM), España y Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Ecuador, Luisenrique@sanchezcespo.org

A. S. Olmo, Departamento I+D+i, Sicaman Nuevas Tecnologías, Tomelloso (Ciudad Real), España, Asolmo@sicaman-nt.com

D. García, Grupo de Investigación GSyA, Universidad de Castilla-la Mancha, Ciudad Real, España, David.GRosado@uclm.es

S. Camacho, Departamento de Lenguaje, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador; Saracamachoestrada1@yahoo.es

E. F. Medina, Grupo de Investigación GSyA, Universidad de Castilla-la Mancha, Ciudad Real, España, Eduardo.FdezMedina@uclm.es

Castilla-la Mancha.

El artículo estará formado por seis 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 estudios 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. En la quinta sección se identificarán problemáticas identificadas durante la elaboración de la investigación. En la sexta sección se mostraran posibles soluciones a las problemáticas utilizando el modelo desarrollado. Finalmente, en la última sección describiremos las principales conclusiones obtenidas hasta el momento.

II. 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 [15], de forma que sirvan para hacer que los nuevos profesionales aumenten la productividad del tejido empresarial Europeo [16].

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 [17], las cuales están muy orientadas a competencias excesivamente complejas y difusas, y que en algunos casos ya están siendo revisadas por otros investigadores [18-20].

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 [17], y que son: Ciencias de la Computación [21], Ingeniería del Software [22], Ingeniería de Computadores [23], Sistemas de Información [24] y Tecnologías de la Información [25].

Actualmente, muchas instituciones e investigadores están

trabajando para unificar y complementar el grado de ingeniería informática, tomando como base el modelo USA [26] o el modelo Europeo [27]. Algunas investigaciones han considerado que el problema no estaba tanto en el contenido de los dominios como en el mecanismo de aprendizaje, centrándose en buscar metodologías de enseñanza ágiles [28]. Pero uno de los grandes problemas encontrados es que casi todas las investigaciones se han centrado en la definición de los planes, dejando de lado el proceso de implantación [29].

III. GRADO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA EN LA UCLM

En el caso de la UCLM (Universidad de Castilla-la Mancha), la nueva propuesta del plan de estudios (ver Figura 1) 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 adquiriera 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 (de las 4 ofertas en la UCLM). Esta propuesta si bien sigue los estándares fijados por la ACM para las intensificaciones, está creando bastante confusión entre los alumnos que no entienden bien la diferencia entre unas y otras ramas y cuál es la más adecuada para su perfil y conocimientos.

ECTS	Estructura del Título				Mod
12	Trabajo fin de grado				
24	Optatividad				
48	Ing. Del Software	Tecnologías de la Información	Ing. De Computadores	Computación	
36	Formación complementaria para la rama de Ingeniería Informática				3
60	Formación común para la rama de Ingeniería Informática				2
60	Formación básica para la Ingeniería				1

Figura 1. Estructura del Título de Ingeniero en Informática de la UCLM

Desde el punto de vista metodológico, el diseño del Plan de Estudios se basó en un análisis descendente, partiendo de las competencias hasta llegar a las asignaturas. Las unidades de enseñanza-aprendizaje se agruparon temáticamente por materias y cada materia se dividió en una o varias asignaturas afines desde un punto de vista temático, a las cuales se asignaron competencias que se adquirirían al cursarlas.

La investigación realizada se centró principalmente en la intensificación de Ingeniería del Software propuesta para el nuevo grado en ingeniería informática, que está basada en la "Guía para la creación del Cuerpo de Ingeniería de Software para el Conocimiento" (SWEBOOK) [30-32], donde se definen las competencias y conocimientos que, según el IEEE, un Ingeniero del Software debería haber obtenido al finalizar los estudios (ej.: proyectos de Ingeniería del Software, Seguridad y Auditoría, cubriendo todos los aspectos del ciclo de vida...).

El principal problema detectado en estas competencias es

que son complejas y difusas a la hora de poder aplicarlas, tanto para los alumnos como para las empresas [33, 34], 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 obtenidas las que necesitan realmente las empresas? ¿Qué asignaturas debe cursar el alumno según las notas obtenidas en años anteriores en otras asignaturas?

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 [35]. Por lo tanto, es muy importante ser capaces de adaptar los nuevos planes de estudio a las necesidades reales del mercado [36, 37], 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 [38], 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 [39], 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, lo 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 a su vez en mejoras salariales que pueden superar el 10% [40].

IV. OBJETIVOS PERSEGUIDOS EN LA INVESTIGACIÓN

Una vez que hemos analizado la importancia del momento actual en el que se están implantando los nuevos grados, y en el que cada vez más las empresas demandan poder automatizar los procesos de selección de candidatos, podemos describir los objetivos principales de la investigación como:

1. *Sistema Objetivo de Valoración de Competencias:* 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. Este sistema debe permitir conocer el

valor obtenido en cada competencia, y el peso que está competencia ha tenido dentro de la formación del alumno.

2. *Otros Sistemas de Valoración y Mejora a partir de Competencias:* Identificar a partir del resultado obtenido, otros sistemas que se podrían desarrollar y que aportarían valor a los diferentes actores (alumno, universidad y empresa) involucrados en el proceso.

El resultado perseguido en la investigación es ofrecer un mecanismo al alumno que le permitirá conocer en todo momento el grado en el que está obteniendo las diferentes competencias, lo que le permitirá saber mejor hacia dónde orientar su actividad profesional y qué aspectos debe reforzar. Es decir, se busca que las competencias tengan un valor real para el alumno y no sea un elemento académico sin utilidad real.

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 [40], 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 a la investigación, garantizando su viabilidad.

Para la realización de la investigación se ha utilizado el método de investigación denominado “Investigación-Acción” [41], 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) [42, 43] para obtener un conjunto de métricas adecuadas.

V. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Como parte previa de esta investigación, se realizaron estudios para determinar que las certificaciones profesionales estuvieran correctamente alineadas con la materia de las asignaturas [44-48] y se establecieron mapas de correlación entre las asignaturas de la intensificación de Ingeniería del Software y las certificaciones profesionales [48].

El siguiente paso de la investigación fue intentar correlacionar estas certificaciones con las competencias de las asignaturas.

Para la investigación se utilizó el conjunto de competencias que se puede ver en la Tabla I. Al realizar este paso, nos encontramos con varios problemas:

1. *Competencias definidas a nivel de materia:* Las competencias están definidas a nivel de materia, y aunque las hemos descompuesto a nivel de asignatura actualmente todas las asignaturas de una materia tienen las mismas competencias y con el mismo peso.
2. *Falta de alineamiento entre certificaciones y*

competencias técnicas: Algunas competencias generales están alineadas con los requerimientos de las empresas y de las certificaciones, pero no así las competencias técnicas. Un ejemplo claro de la problemática planteada son las certificaciones ofrecidas por ISACA, que se centran en aspectos técnicos de seguridad; sin embargo, en la definición del grado todas las asignaturas comparten las mismas competencias técnicas.

TABLA I

SUBCONJUNTO DE COMPETENCIAS SOBRE LAS QUE SE REALIZARA EL ESTUDIO

Tipo	Competencia	Sub-Competencias	
Competencias transversales genéricas	Según normativa de la UCLM	UCLM1	dominio de una segunda lengua extranjera en el nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.
		UCLM2	Capacidad para utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
		UCLM3	Correcta comunicación oral y escrita.
		UCLM4	Compromiso ético y deontología profesional.
	Instrumentales	INS1	Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.
		INS2	Capacidad de organización y planificación.
		INS3	Capacidad de gestión de la información.
		INS4	Capacidad de resolución de problemas aplicando técnicas de ingeniería.
		INS5	Capacidad para argumentar y justificar lógicamente las decisiones tomadas y las opiniones.
	Personales	PER1	Capacidad de trabajo en equipo.
		PER2	Capacidad de trabajo en equipo interdisciplinar.
		PER3	Capacidad de trabajo en un contexto internacional.
		PER4	Capacidad de relación interpersonal.
		PER5	Reconocimiento a la diversidad, la igualdad y la multiculturalidad.
	Sistémicas	SIS1	Razonamiento crítico.
		SIS2	Compromiso ético.
		SIS3	Aprendizaje autónomo.
		SIS4	Adaptación a nuevas situaciones.
		SIS5	Creatividad.
		SIS6	Capacidad de liderazgo.
SIS7		Conocimiento de otras culturas y costumbres.	
SIS8		Capacidad de iniciativa y espíritu emprendedor.	
SIS9		Tener motivación por la calidad.	
SIS10		Sensibilidad hacia temas medioambientales.	

Se decidió dejar la resolución de ambos problemas para fases posteriores de la investigación, centrando la fase actual en:

1. Establecer la relación entre las competencias y las asignaturas.
2. Generar un mapa de competencias valoradas para la curricula académica del alumno.

Para establecer el mapa entre competencias y asignaturas se han tenido en cuenta un conjunto de 88 competencias y 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:

- *ESC*: Pruebas escritas y/u orales;
- *INF*: Entrega de informes/problemas;
- *LAB*: Trabajo de laboratorio y
- *PRES*: Presentaciones y participaciones en seminarios.

Cada uno de estos aspectos evaluables tiene un peso diferente dentro de la asignatura. El total de las cuatro actividades evaluables siempre sumará 1 (100%). En la versión actual, todas las asignaturas de una misma materia tienen el mismo reparto de pesos en cuanto a actividades

evaluables. En la Tabla II se puede ver el reparto de los pesos a nivel de materia.

TABLA II

REPARTO DE PESOS DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES A NIVEL DE MATERIA

MODULO	MATERIA	ESC	INF	LAB	PRES
Formación Básica (60 ECTS)	Fundamentos Matemáticos de la Informática	0,50	0,15	0,15	0,20
Común a la Rama de Informática (96 ECTS)	Ética, Legislación y Profesión	0,50	0,35	0,00	0,15
	Programación	0,45	0,2	0,2	0,15
	Ingeniería de Computadores	0,50	0,15	0,20	0,15
	Sistemas Operativos, Sistemas Distribuidos y Redes	0,45	0,2	0,2	0,15
Tecnología Específica de Ingeniería del Software (48 ECTS)	Ingeniería del Software, Sistemas de Información y Sistemas Inteligentes	0,45	0,2	0,2	0,15
	Tecnología Específica de Ingeniería del Software	0,45	0,2	0,2	0,15
Tecnología Específica de Ingeniería de Computadores (48 ECTS)	Tecnología Específica de Ingeniería de Computadores	0,45	0,2	0,2	0,15
Tecnología Específica de Computación (48 ECTS)	Tecnología Específica de Computación	0,45	0,2	0,2	0,15
Tecnología Específica de Tecnologías de la Información (48 ECTS)	Tecnología Específica de Tecnologías de la Información	0,45	0,2	0,2	0,15
Trabajo Fin de Grado (12 ECTS)	Trabajo Fin de Grado	0,1	0,1	0,6	0,2
	Prácticas en Empresa	0,2	0	0,8	0
Optativas (Campus de Albacete)	Sistemas Inteligentes	0,3	0,15	0,4	0,15
	Sistemas de Información y Desarrollo Software	0,3	0,2	0,35	0,15
	Inglés	0,5	0,15	0,15	0,2
	Redes y Sistemas	0,3	0,2	0,35	0,15
Optativas (Campus de Ciudad Real)	Diseño Gráfico y Videojuegos	0,35	0,2	0,3	0,15
	Sistemas de Información	0,5	0,2	0,2	0,1
	Formación complementaria	0,45	0,2	0,2	0,15

En el prototipo que se ha diseñado para la valoración se ha permitido la posibilidad de cambiar el peso a nivel de asignatura (ver Tabla III).

TABLA III

REPARTO DE PESOS DE ACTIVIDADES EVALUABLES A NIVEL DE ASIGNATURA

Asignatura:	Tecnología de Computadores
Nº Créditos:	6
METODO DOCENTE	PESO
ESC	0,50
INF	0,15
LAB	0,20
PRES	0,15

Una vez realizada la asignación de actividades evaluables a nivel de asignaturas, 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. Las conclusiones principales se pueden resumir en las siguientes:

- *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
- *Alumnos:* Quieren entender las competencias y poder conocer en todo momento *qué competencias han adquirido* de forma numérica y clara.
- *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.

TABLA IV
VALORACIÓN DE COMPETENCIAS POR ASIGNATURA.

Fundamentos de Programación I																	
Asignatura:	Fundamentos de Programación I																
Nº Créditos:	6																
METODO DOCENTE	PESO	Competencias transversales genéricas															
		Según normativa de la UCLM				Instrumentales				Personales				Sistémicas			
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5	SIS1	SIS2
ESC	0,45	1						1		1	1				1		1
INF	0,20					1		1				1	1				
LAB	0,20									1	1		1	1			1
PRES	0,15	1								1	1		1	1	1	1	1
TOTAL COMPETENCIAS:		0	2	0	0	2	0	0	4	0	3	4	0	3	3	2	0
COMPETENCIA SOBRE LA		0	3,6	0	0	2,4	0	0	6	0	4,8	6	0	3,3	3,3	3,6	0

Para obtener este objetivo, debemos ser capaces de crear una ficha al más bajo nivel, en este caso al nivel de “asignatura”, que nos permita correlacionarla con las actividades evaluables y con las competencias. En la malla curricular actual, ya tenemos las materias relacionadas con competencias y con actividades evaluables, por lo que extrapolamos dicha información para cada una de las asignaturas que conforman las materias, obteniendo una ficha del tipo que podemos ver en la Tabla IV. En dicha tabla se puede ver cómo para la asignatura de “Fundamentos de Programación I” de la Materia “Programación” se han obtenido los pesos correspondientes a las actividades evaluables (ESC, INF, LAB y PRES) y se ha puesto un “1” en las competencias que se ven afectadas por esas actividades. Consideramos que el peso en créditos que la competencia adquiere de la asignatura es proporcional a las actividades evaluables que se ven involucradas. Analizándolo sobre el ejemplo:

- La asignatura “Fundamentos de Programación I” tiene un peso de 6 créditos => ECTS = 6
- La competencia UCLM2 está relacionada con dos

actividades evaluables ESC con peso 0,45 y PRES con peso 0,15, luego afecta a un Peso Actividades = 0,45+0,15 = 60% de la asignatura.

- Luego el peso de la competencia en créditos será ECTS * Peso Actividades = 3,6 créditos.

Después calculamos la nota media obtenida para el par [asignatura, competencia] como la media de las notas obtenidas en cada actividad evaluable para esa competencia. De esta forma en la Tabla V podemos ver cómo para el ejemplo anterior, si el alumno ha obtenido las siguientes calificaciones para cada actividad evaluable (ESC=8, INF=8, LAB=7 y PRES=7), para la competencia UCLM2 se utilizarían solo las notas de ESC y PRES que son las que están relacionadas con esa competencia, y se calcula la media de las mismas, con lo que el alumno habría obtenido en esa asignatura la competencia UCLM2 con un peso en ECTS de 3,6 y una calificación de 7,5 puntos sobre 10.

TABLA V

NOTA OBTENIDA POR EL ALUMNO PARA EL PAR [ASIGNATURA-COMPETENCIA]

Fundamentos de Programación I																	
Asignatura:	Fundamentos de Programación I																
Nº Créditos:	6																
METODO DOCENTE	PESO	Competencias transversales genéricas															
		Según normativa de la UCLM				Instrumentales				Personales				Sistémicas			
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5	SIS1	SIS2
ESC	0,45		1						1			1	1		1		1
INF	0,20					1			1			1	1		1		1
LAB	0,20								1			1	1		1		1
PRES	0,15	1							1			1	1		1	1	1
TOTAL COMPETENCIAS:		0	2	0	0	2	0	0	4	0	3	4	0	3	3	2	0
COMPETENCIA SOBRE LA		0	3,6	0	0	2,4	0	0	6	0	4,8	6	0	3,3	3,3	3,6	0

Fundamentos de Programación I																	
Asignatura:	Fundamentos de Programación I																
Nº Créditos:	6																
METODO DOCENTE	PESO	Competencias transversales genéricas															
		Según normativa de la UCLM				Instrumentales				Personales				Sistémicas			
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5	SIS1	SIS2
ESC	0,45	1							1			1	1		1		1
INF	0,20					1			1			1	1		1		1
LAB	0,20								1			1	1		1		1
PRES	0,15	1							1			1	1		1	1	1
TOTAL COMPETENCIAS:		0	2	0	0	2	0	0	4	0	3	4	0	3	3	2	0
COMPETENCIA SOBRE LA		0	3,6	0	0	2,4	0	0	6	0	4,8	6	0	3,3	3,3	3,6	0

Para el sistema se ha desarrollado una ficha igual que la de la Tabla V para cada una de las 100 asignaturas del Grado. Una vez generadas las fichas para cada asignatura, se ha diseñado una ficha a nivel de materia curricular. 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 competencias.

TABLA VI

VALORACIÓN DEL PESO DE LA COMPETENCIA A NIVEL DE MATERIA.

Fundamentos de Programación I																	
Materia:	Programación																
Nº Créditos:	30																
METODO DOCENTE	Nº CRÉDITOS DE LA ASIGNATURA	Competencias transversales genéricas															
		Según normativa de la UCLM				Instrumentales				Personales				Sistémicas			
		UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5	SIS1	SIS2
Fundamentos de Programación I	6,00	0,00	3,60	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	6,00	0,00	4,80	6,00	0,00	3,30	3,30	3,60	0,00
Fundamentos de Programación II	6,00	0,00	3,60	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	6,00	0,00	4,80	6,00	0,00	3,30	3,30	3,60	0,00
Estructura de Datos	6,00	0,00	3,60	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	6,00	0,00	4,80	6,00	0,00	3,30	3,30	3,60	0,00
Metodología de la Programación	6,00	0,00	3,60	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	6,00	0,00	4,80	6,00	0,00	3,30	3,30	3,60	0,00
Programación Concurrente y de Tiempo Real	6,00	0,00	3,60	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	6,00	0,00	4,80	6,00	0,00	3,30	3,30	3,60	0,00
COMPETENCIA SOBRE LA		0,00	18,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	30,00	0,00	24,00	30,00	0,00	16,50	16,50	18,00	0,00

En la Tabla VI se puede ver un ejemplo de la valoración de las competencias para la materia “Programación”, de forma que al cursar toda la materia los alumnos obtendrían un peso para la competencia UCLM2 equivalente a 18 ECTS.

Igualmente, en la Tabla VII podemos ver el resultado que se obtendría a nivel de nota para esa materia, con lo que finalmente el alumno habría obtenido un 6,20 en esa materia como nota media y un peso de 18 ECTS.

TABLA VII

VALORACIÓN DE LA NOTA DE LA COMPETENCIA A NIVEL DE MATERIA

Materia Programación		Competencias transversales genéricas																
Nº Creditos: 30		Según normativa de la UCLM				Instrumentales				Personales				Sistémicas				
ASIGNATURA	NOTA ALUMNO	UCLM1	UCLM2	UCLM3	UCLM4	INS1	INS2	INS3	INS4	INS5	PER1	PER2	PER3	PER4	PERS	SIS1	SIS2	SIS3
Fundamentos de Programación I	7,65	0,00	7,50	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	7,50	0,00	7,33	7,50	0,00	7,33	7,33	7,50	0,00	7,33
Fundamentos de Programación II	8,15	0,00	8,50	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	8,25	0,00	8,33	8,25	0,00	8,33	8,33	8,50	0,00	8,33
Estructura de Datos	7,05	0,00	7,50	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	7,50	0,00	7,67	7,50	0,00	8,00	8,00	7,50	0,00	7,67
Metodología de la Programación	7,80	0,00	7,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	8,00	0,00	7,67	8,00	0,00	8,33	8,33	7,00	0,00	7,67
Programación Concurrente y de Tiempo Real	7,65	0,00	7,50	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	7,50	0,00	7,33	7,50	0,00	7,33	7,33	7,50	0,00	7,33
ALUMNO EN LA COMPETENCIA		0,00	6,20	0,00	0,00	6,10	0,00	0,00	6,15	0,00	6,13	6,15	0,00	6,20	6,20	6,20	0,00	6,13

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 Tabla VIII se puede ver el ejemplo de un extracto de las notas de un alumno valoradas las actividades evaluables y en un rango de 1-10.

TABLA VIII

EJEMPLO NOTAS OBTENIDAS ASIGNATURA Y ACTIVIDAD EVALUABLE

MODULO	MATERIA	ASIGNATURA	Nº ECTS	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
		Tecnología de Computadores	6,00	6	7	7	6
	Ingeniería de Computadores	Estructura de Computadores	6,00	8	7	6	8
		Fundamentos de Programación I	6,00	6	7	9	8
	Programación	Fundamentos de Programación II	6,00	6	8	9	9
		Fundamentos de Gestión Empresarial	6,00	6	8	8	7

Mediante la aplicación desarrollada y las fórmulas de valoración de competencias, el sistema automáticamente calcula las competencias que el alumno ha adquirido y el nivel de adquisición de éstas. En la Figura 2 y 3 se pueden ver ejemplos de estos resultados.

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

- Frente al modelo actual en que un alumno obtiene un conjunto de competencias siempre al mismo nivel, podemos ver como si analizamos la Figura 2 el alumno no obtiene las competencias al mismo nivel, sino que el resultado obtenido en cada una de ellas varía notablemente según la calificación obtenida por el alumno.
- El alumno propuesto para el ejemplo se ha mostrado mucho más competente en las competencias

relacionadas con el “SIS2 - Compromiso Ético”, donde ha obtenido una calificación media de 9/10 en aquellas asignaturas que la ha cursado, o “SIS10 - Temas Medioambientales”, donde también ha obtenido 9/10, que en aspectos como el “SIS1 - Razonamiento crítico”, donde ha obtenido un 7.46/10. Eso hace presuponer que el alumno sea más válido para una compañía de carácter social o medioambiental que para una compañía especulativa.

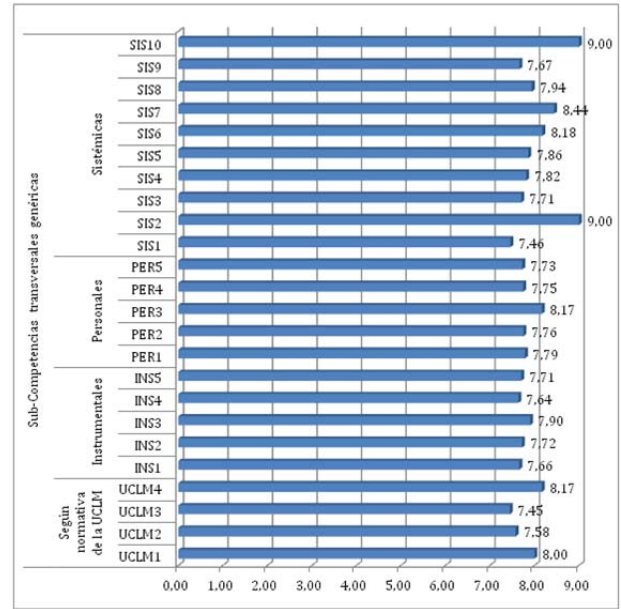


Figura 2. Ejemplo de competencias transversales genéricas valoradas obtenidas por el alumno

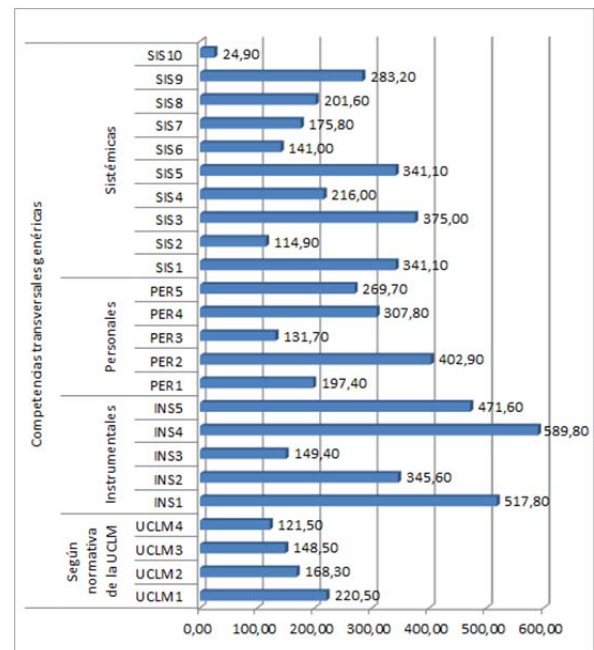


Figura 3. Ejemplo de competencias a nivel de peso (créditos ECTS) obtenidos por el alumno.

Pero si correlacionamos esta misma información con la de la Figura 2, que representa el peso en créditos

ECTS que cada competencia ha tenido en la vida del alumno, nos damos cuenta que los “SIS10 - Temas Medioambientales” apenas han tenido en su aprendizaje un peso de 25 créditos, mientras que aspectos como la “SIS4 - Capacidad de Adaptación” han tenido un peso enorme de más de 200 ECTS y el alumno ha obtenido una nota elevada. Esta es una característica muy valorada por las empresas, ya que en un entorno cambiante lo que se pide a los profesionales es que tenga una elevada capacidad de adaptación.

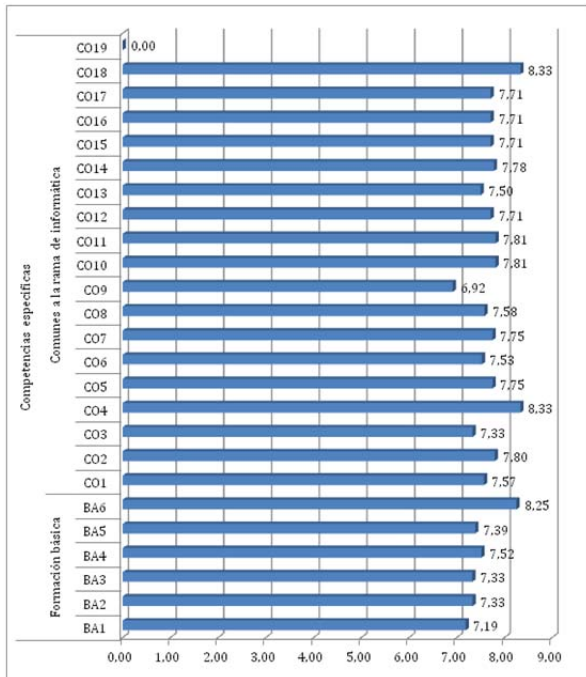


Figura 4. Ejemplo de sub-competencias transversales específicas valoradas obtenidas por el alumno.

- En las Figura 4 y 5 podemos ver cómo existen competencias muy importantes para el alumno, como la “BA3 – Capacidad para comprender y dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería” con [Nota = 7.33 y Peso ECTS = 150] o “CO8 – Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados” con [Nota = 7.58 y Peso ECTS = 114], mientras que otras como la “CO4 – Capacidad para elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y normativas vigentes” con [Nota = 8.33 y Peso ECTS = 6], o la “CO18 – Conocimiento de la normativa y la regulación de la informática en los ámbitos nacional, europeo e internacional” con [Nota = 8.33, Peso ECTS = 6] apenas han tenido peso (medido en número de créditos cursados) en su formación, aunque sus notas son más

elevadas.

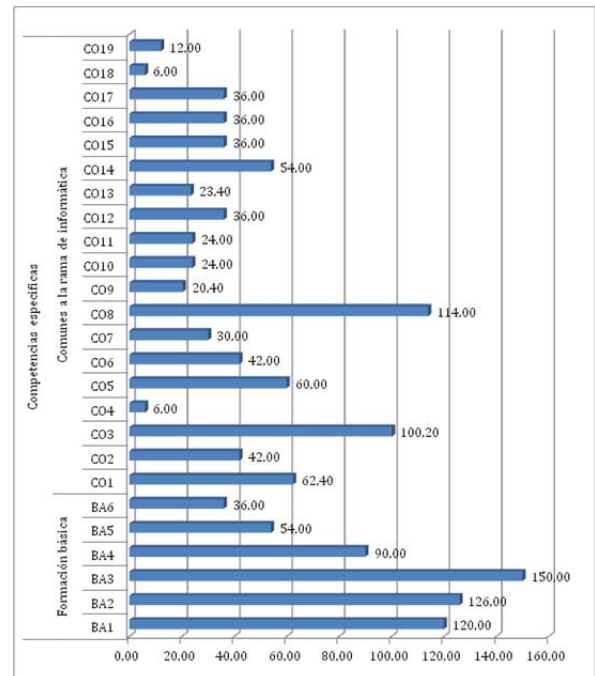


Figura 5. Ejemplo de sub-competencias transversales específicas a nivel de peso obtenidas por el alumno.

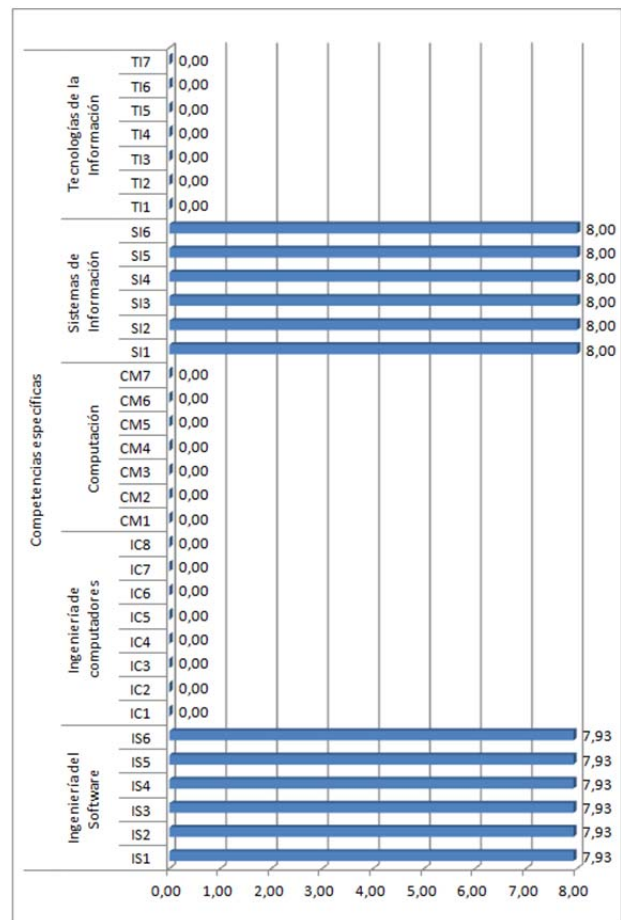


Figura 6. Ejemplo de sub-competencias transversales específicas valoradas obtenidas por el alumno.

- Finalmente, en las Figura 6 y 7 podemos 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.

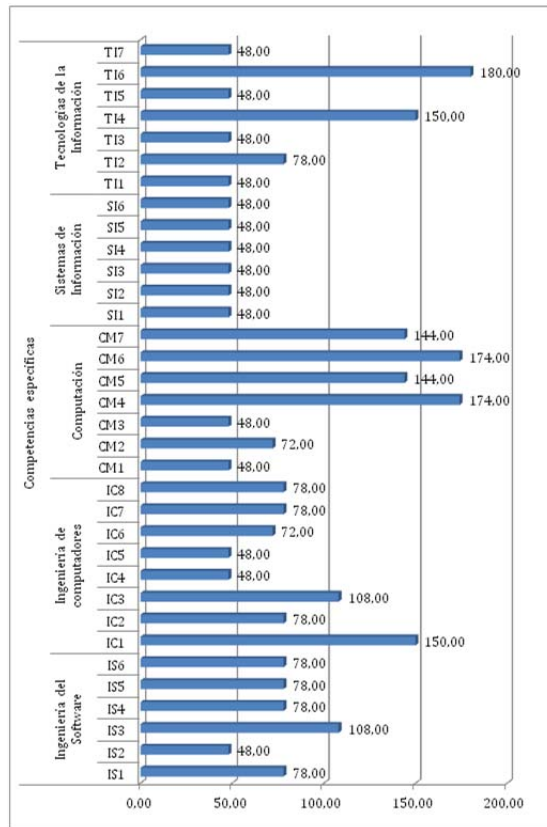


Figura 7. Ejemplo de sub-competencias transversales específicas a nivel de peso obtenidas por el alumno.

Toda esta información es de gran interés para las empresas y los alumnos, ya que para ellos una 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.

Adicionalmente, las empresas pasan de tener una sola variable subjetiva (el título obtenido) para elegir entre dos alumnos cuál es el más adecuado para un determinado puesto, a tener cientos de variables que pueden determinar de forma objetiva cuál de los candidatos es el más adecuado, e incluso que permiten la elaboración de un sistema experto de e-HRM que seleccione de forma automática el candidato más adecuado para la empresa.

Como se puede ver, el resultado obtenido resulta de gran interés para todos los actores involucrados en el proceso, y permite analizar si los planes son correctos o no, obteniendo muchos datos de interés sobre cómo mejorar en el futuro los nuevos planes. Adicionalmente el resultado nos permite dar solución a diferentes problemáticas existentes actualmente y que se analizarán en detalle en el siguiente apartado.

VI. OTRAS PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS

A partir de lo expuesto en el apartado anterior y de otras investigaciones realizadas en el campo de la innovación docente [44, 47, 48], ya tenemos un método que nos permite analizar y valorar las competencias, ver cómo éstas se pueden alinear con las certificaciones profesionales requeridas por las empresas, cómo se relacionan con las asignaturas y cómo se pueden extraer métricas a partir de ellas. Todo este esquema lo podemos ver en la Figura 8.

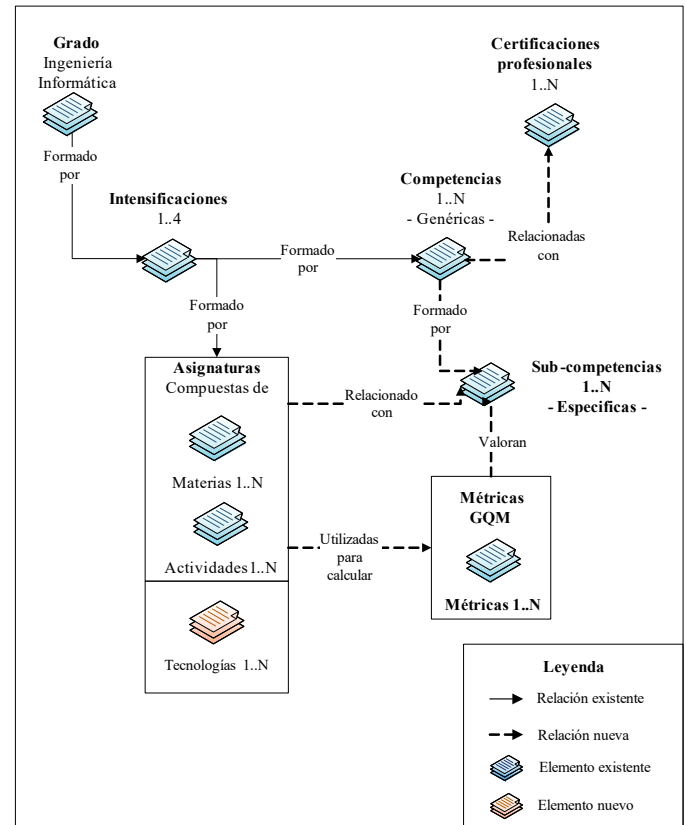


Figura 8. Esquema de interrelaciones en el nuevo modelo curricular del alumno

A partir del esquema de la Figura 8 y de los resultados obtenidos en el apartado anterior y en las otras investigaciones, se han identificado nuevos problemas y factores que pueden afectar al rendimiento futuro de los alumnos, los cuales podrían solucionarse tomando como base el desarrollo anterior.

La solución a estos problemas, permitirá mejorar los elementos involucrados en el sistema curricular para garantizar la mejor orientación profesional del alumno y su máxima adecuación al mercado laboral.

Se han identificado seis problemas críticos que deberán afrontarse:

1. El primer problema detectado durante la investigación, es que los alumnos desconocían el nivel de competencias adquiridas y qué asignaturas debían escoger dentro de la malla curricular para mejorar las competencias en que tuvieran deficiencias.
2. El segundo problema detectado es que muchos alumnos ya tienen decidido en qué quieren trabajar

(Ej: Seguridad Informática), pero desconocen qué asignaturas deben escoger a lo largo de la carrera para maximizar las competencias relacionadas con ese perfil profesional.

3. El tercero de los problemas detectados es que el alumno desconoce el nivel que debe obtener de cada competencia con respecto al puesto de trabajo deseado. Y las empresas tampoco pueden traducir al mismo “lenguaje” esa petición a la universidad.
4. El cuarto problema detectado es que las empresas y las universidades no hablan el mismo “lenguaje”. Mientras que una ha orientado a competencias la valoración del alumno, la otra la ha orientado a certificaciones profesionales. Por ello es necesario establecer un mapa que correlacione ambas.
5. El quinto problema detectado es que las competencias han dejado fuera de las valoraciones las tecnologías contenidas dentro de la malla curricular de cada asignatura, lo cual genera un problema porque en carreras como la “Ingeniería del Software” las empresas contratan en base a conocimientos de ciertas tecnologías.
6. Finalmente, el sexto problema detectado es que en carreras técnicas como Informática las asignaturas realizan prácticas aisladas que evitan que el alumno tenga una visión global de los proyectos.

La investigación realizada, ha mostrado que estas seis problemáticas afectan de forma grave tanto a las decisiones que toman los alumnos como a su productividad futura, e incluso al salario que pueden llegar a percibir. No debemos olvidar que el ayudar a los alumnos a tomar mejores decisiones en sus competencias curriculares supone una ventaja competitiva, ya que permite al alumno tomar una mejor orientación laboral al finalizar sus estudios, lo que también se traduce en una mejora de la productividad en la empresa al poder contratar a los alumnos más adecuados para las competencias buscadas. Todo ello se traduce en mejoras salariales que pueden superar el 10% [40, 49].

VII. SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS PROBLEMÁTICAS

A continuación se muestra cómo la investigación realizada a partir de las competencias podría ayudar a resolver las problemáticas planteadas en el apartado anterior.

Los objetivos que se han propuesto durante esta investigación están orientados a resolver problemas muy importantes para los alumnos, como ayudarles a entender la importancia que tienen las competencias, las prácticas, las certificaciones profesionales y cómo realmente esto se puede traducir en algo útil para encontrar un mejor puesto de trabajo, lo que se traduce a su vez en mejoras productivas directas y en mejores salarios para los profesionales [40, 49].

Consideramos que los objetivos propuestos en el proyecto son de gran interés para el adecuado funcionamiento del grado, y para ello se ha organizado un equipo mixto de profesores que cubren los tres aspectos principales necesarios para el éxito del proyecto:

- Experiencia en proyectos de innovación docente y en otras iniciativas docentes.
- Equipo con una experiencia docente de más de 10 años de media.
- Amplia experiencia y relaciones en el sector privado con el objetivo de poder realizar encuestas e identificar las competencias reales buscadas por las empresas.

La unión de estos factores y el hecho de buscar el alineamiento de los conocimientos tanto del sector público como el privado tienen un valor añadido para este proyecto y garantizan la viabilidad del mismo.

A continuación se describen los objetivos planteados para tratar las problemáticas identificadas:

1. *Desarrollo de una herramienta de seguimiento y simulación de competencias:* El primero de los objetivos perseguidos en este proyecto es generar una herramienta web que permita a los alumnos conocer en todo momento el nivel de las competencias adquiridas y simular cómo la selección de nuevas asignaturas podría ayudar a mejorar la obtención de las mismas (ver Figura 9), lo que nos permitirá dar solución a la primera problemática planteada en el apartado anterior.

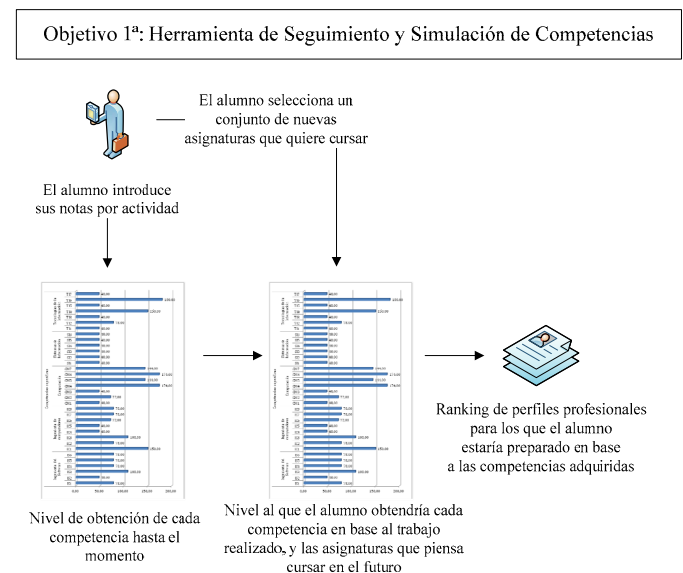


Figura 9. Herramienta de Seguimiento y Simulación de Competencias

Este objetivo está dividido en seis tareas:

- Cargar todas las asignaturas y competencias desarrolladas en el anterior proyecto de innovación docente en una base de datos.
- Programar en la aplicación las métricas desarrolladas para valoración de competencias.
- Desarrollar un algoritmo de simulación de competencias en base a las asignaturas que el alumno desea cursar.
- Seleccionar un conjunto de perfiles profesionales demandados por las empresas.

- Establecer un mapa de conocimiento entre los perfiles profesionales y las competencias.
- Implementar todo el conocimiento de las anteriores tareas en una herramienta web.

Para llevar a cabo estas tareas se han utilizado los trabajos realizados para la definición del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Castilla-la Mancha, así como los resultados obtenidos en el anterior proyecto de innovación docente. Los perfiles profesionales se están obteniendo mediante la realización de entrevistas y búsquedas en bases de datos de internet.

El método presentado para valorar las competencias del alumno ya permite realizar la mayor parte de este objetivo. Tan solo quedaría establecer un mapa que vincule los perfiles de las empresas con las competencias de la carrera.

2. *Desarrollo de una herramienta para la orientación profesional:* El segundo de los objetivos propuestos es que la herramienta web permita también realizar el proceso inverso: dado el campo de trabajo en el que el alumno quiere desarrollar su actividad profesional (Ej.: Seguridad Informática), ayudarle a decidir qué asignaturas le permitirán obtener el mejor nivel de las competencias necesarias para trabajar en dicho campo (ver Figura 10). Este objetivo nos permitirá solucionar la segunda de las problemáticas.

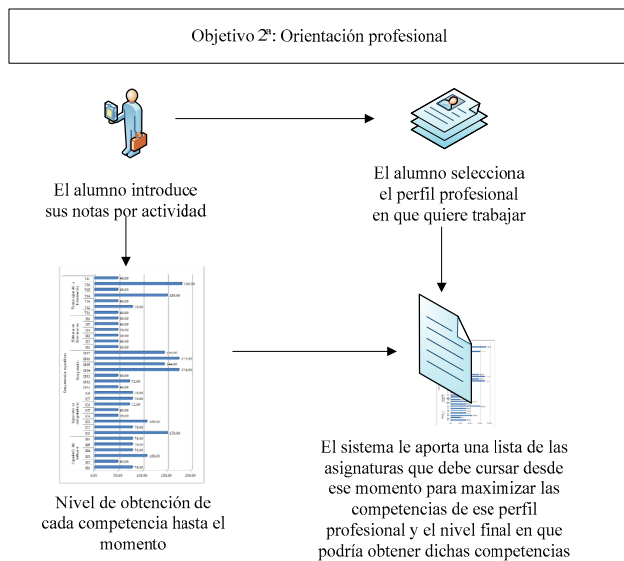


Figura 10. Herramienta para la Orientación Profesional de los Alumnos

Este objetivo está dividido en tres tareas:

- Establecer un mapa de conocimiento que relacione todas las asignaturas con los perfiles profesionales demandados por las empresas.
- Establecer métricas y un algoritmo que permita determinar qué asignaturas pueden aportar un mayor valor a nivel de

competencia para el perfil profesional demandado.

- Integrar los resultados en una herramienta web.

Para llevar a cabo estas tareas se utilizarán los resultados obtenidos en el anterior proyecto de innovación docente, así como los resultados de la realización de entrevistas y búsquedas en bases de datos de internet.

Al igual que en el caso anterior, lo único que faltaría por realizar sería el mapa que vincule los perfiles profesionales con las competencias seleccionadas.

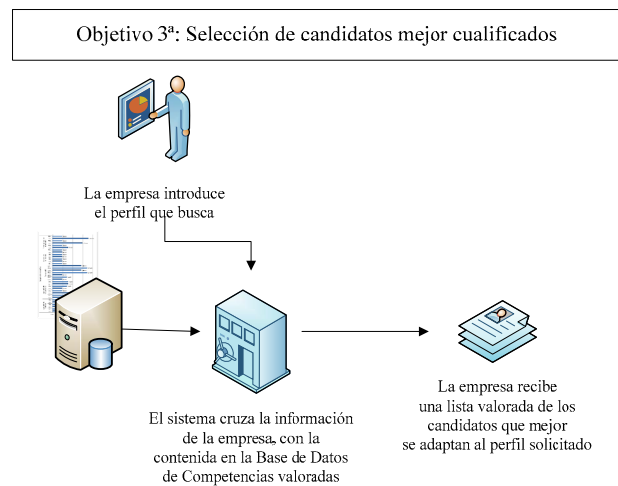


Figura 11. Método para la selección de candidatos mejor cualificados para un puesto de trabajo

3. *Selección de los candidatos mejor cualificados:* El tercero de los objetivos pretende que, aprovechando el método que permitía valorar las competencias obtenidas por un alumno, se pueda utilizar dicho mecanismo para aportar una herramienta a las empresas que les facilite seleccionar la persona más adecuada para el puesto de trabajo que buscan, en base a “competencias” (ver Figura 11). Esto permitirá también que se puedan establecer 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 de trabajo determinado y dar solución al tercer problema detectado.

Este objetivo está dividido en dos tareas:

- Establecer métricas y un algoritmo que permita determinar qué alumno es el más adecuado para un perfil seleccionado, ofreciendo un resultado cuantificable.
- Integrar los resultados en una herramienta web.

Este objetivo básicamente pretende generar un

Sistema Experto que permita a las empresas la selección automática de alumnos. En este caso y se toma en cuenta solo las variables de Nota y ECTS el método generado de valoración de competencias podría ya tener la capacidad de ofrecer ese candidato. Por ejemplo si tenemos dos alumnos que han sacado la misma nota media en la carrera (Alumno1 = 7.47 y Alumno2 = 7.47) la empresa no tendría ningún factor de decisión entre los dos con un mecanismo clásico, pero con el método propuesto anteriormente se podría obtener algo parecido a la Tabla IX en la que se puede ver cómo dos alumnos que han obtenido las mismas notas medias en la carrera y han cursado las mismas asignaturas no tienen la misma nota a nivel de competencia. Si una empresa seleccionara en un sistema que para ellos lo más importante es la “PER04 - Capacidad de relación interpersonal” se seleccionaría automáticamente el Alumno2, lo que supondría un importante ahorro de tiempo y esfuerzo para todos los actores involucrados.

TABLA IX
EJEMPLO NOTAS OBTENIDAS POR DOS ALUMNOS

		Alumno1		Alumno2		
		ECTS	Notas	ECTS	Notas	
Personales	PER1	Capacidad de trabajo en equipo.	197,40	7,79	197,40	7,86
	PER2	Capacidad de trabajo en equipo interdisciplinar.	402,90	7,76	402,90	7,78
	PER3	Capacidad de trabajo en un contexto internacional.	131,70	8,17	131,70	8,17
	PER4	Capacidad de relación interpersonal.	307,80	7,75	307,80	7,79
	PER5	multiculturalidad.	269,70	7,73	269,70	7,77
Sistémicas	SIS1	Razonamiento crítico.	341,10	7,46	341,10	7,51
	SIS2	Copromiso ético.	114,90	9,00	114,90	9,00
	SIS3	Aprendizaje autónomo.	375,00	7,71	375,00	7,74
	SIS4	Adaptación a nuevas situaciones.	216,00	7,82	216,00	7,87
	SIS5	Creatividad.	341,10	7,86	341,10	7,93
	SIS6	Capacidad de liderazgo.	141,00	8,18	141,00	8,18
	SIS7	Conocimiento de otras culturas y costumbres.	175,80	8,44	175,80	8,44
	SIS8	Capacidad de iniciativa y espíritu emprendedor.	201,60	7,94	201,60	7,94
	SIS9	Tener motivación por la calidad.	283,20	7,67	283,20	7,72
	SIS10	Sensibilidad hacia temas medioambientales.	24,90	9,00	24,90	9,00

4. *Correlación de las certificaciones profesionales con las competencias del grado:* El cuarto objetivo del proyecto busca establecer un mapa entre las certificaciones profesionales requeridas y las competencias (ver Figura 12). En anteriores investigaciones alineamos las certificaciones con las asignaturas, pero es necesario conseguir alinearlas también con las competencias, ya que actualmente en muchos perfiles profesionales se requiere, además del título, una serie de certificaciones (Ej.: Los requisitos para trabajar como Auditor de Seguridad en licitaciones públicas del Gobierno de España son ser Ingeniero en Informática y contar con las certificaciones CISA + IRCA LA27001). Para ello debemos establecer mecanismos y métricas que nos permitan valorar la aportación que una certificación da al alumno de forma cuantitativa y a nivel de competencia, lo que nos permitirá dar solución a la cuarta problemática.

En carreras como las Ingenierías, y en particular en la

“Ingeniería Informática”, el alumno debe realizar una formación continua a lo largo de toda su actividad profesional. Por ello se hace necesario establecer mecanismos que no sólo permitan valorar las competencias mientras dura su vida universitaria, sino que permitan que el alumno pueda seguir teniendo una guía cuando desarrolle su actividad profesional.

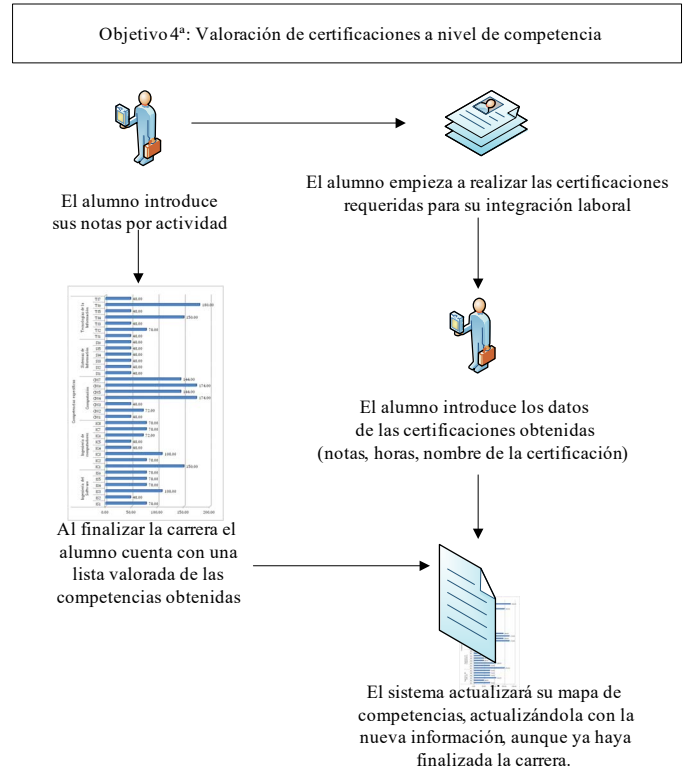


Figura 12. Método para la valoración de las certificaciones profesionales a nivel de competencia

Este objetivo está dividido en cuatro tareas:

- Seleccionar un conjunto de certificaciones profesionales y extraer datos relevantes (horas, rango de notas,...). Inicialmente nos centraremos en las certificaciones relacionadas con la “Ingeniería del Software”, en base a las investigaciones realizadas en anteriores proyectos de innovación docente.
- Establecer un mapa de conocimiento entre estas certificaciones y las competencias del grado.
- Establecer métricas que permitan valorar estas certificaciones en base a las competencias.
- Integrar los resultados en una herramienta web.

Para llevar a cabo estas tareas se utilizarán los resultados obtenidos en las tres actividades anteriores y las investigaciones realizadas en años anteriores. Para las métricas se utilizará GQM.

5. *Estudio de la correlación entre tecnologías demandadas por las empresas y aportadas por la carrera:* El quinto objetivo del proyecto busca analizar 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. Es muy importante conocer qué tecnologías está demandando el mercado y validar que las prácticas de las asignaturas se están realizando con herramientas que están alineadas con esta demanda. Además, es importante que un alumno no sólo obtenga el nivel de una competencia, sino también el nivel en que ha adquirido destreza en una determinada tecnología (ver Figura 13). Mediante este estudio podremos dar solución al quinto problema detectado.

Este objetivo está formado por tres tareas:

- Lista de tecnologías demandadas por las empresas.
- Lista de tecnologías que se imparten en la carrera.
- Mapa de conocimiento que muestre las tecnologías que deberían impartirse y en qué asignaturas.

Para llevar a cabo estas tareas se utilizará el método “Investigación en Acción”, entrevistas en empresa y universidad y búsqueda en bases de datos de empleo (trovit, infojobs,...).

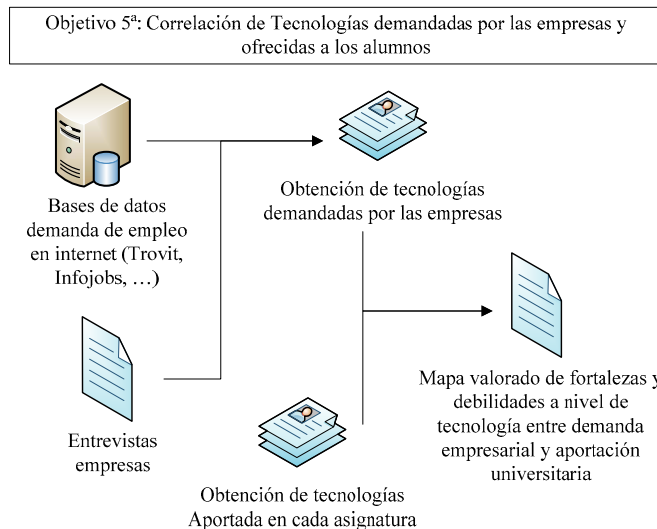


Figura 13. Estudio de la correlación de tecnologías demandadas por las empresas y ofrecidas a los alumnos

6. *Alineamiento de prácticas de las asignaturas para orientarlas a proyectos reales:* El sexto y último objetivo pretende analizar cómo se pueden alinear diferentes asignaturas para crear prácticas incrementales frente a prácticas individuales, de tal forma que un alumno pueda abordar proyectos

prácticos de mayor complejidad que los actuales (ver Figura 14). De esta forma se daría solución al sexto problema detectado.

Cuando alguien estudia una carrera como Medicina, el alumno utiliza el mismo “sujeto de prácticas” durante todo su periodo universitario. En cambio, en las ingenierías y en particular en la “Ingeniería Informática” las prácticas son pequeños casos aislados, lo que no permite al alumno ser consciente de la complejidad de un proyecto global ni involucrarse en un proyecto de forma continua, sino que se ve abocado a la realización de pequeñas prácticas sin ser capaz de entender dónde encajan las piezas dentro de un proyecto global.

Este objetivo está formado por cuatro tareas:

- Extrapolar un mapa con las prácticas que actualmente ofrecen las diferentes asignaturas de la carrera.
- Establecer un mapa de conocimiento entre esas prácticas y las partes que cubren de proyectos reales en empresas.
- Determinar qué aspectos de los proyectos reales están sin cubrir actualmente y proponer las asignaturas en las que deberían ser incluidos.
- Analizar cómo se pueden alinear las prácticas de varias asignaturas para crear trabajos prácticos más realistas.

Para llevar a cabo estas tareas se utilizará el método “Investigación en Acción” y entrevistas en empresa y universidad.

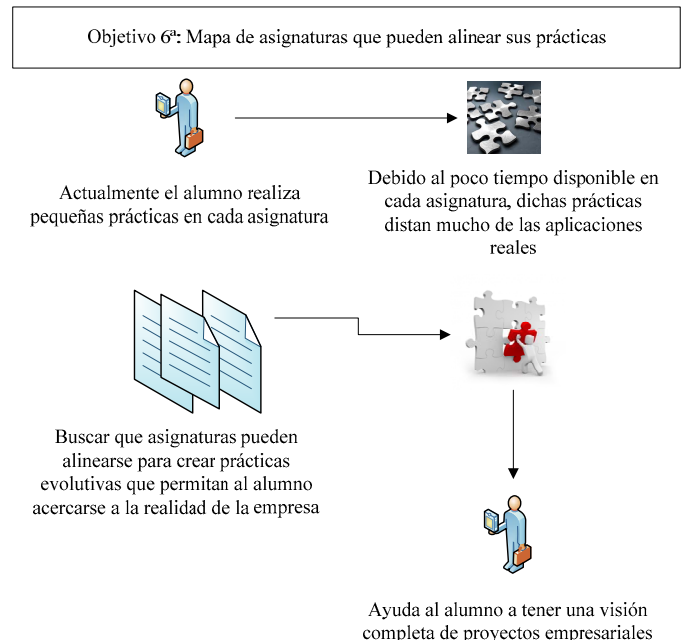


Figura 14. Mapa de alineamiento de prácticas entre diferentes asignaturas

Al igual que se hizo en el anterior proyecto de innovación docente, se ha seguido utilizando el método de investigación científico “Investigación en Acción” y se han definido una serie de métricas derivadas del estándar GQM [42, 50], para las actividades derivadas de los objetivos propuestos. Se ha buscado en todo momento que los resultados sean útiles al alumno no sólo durante su periodo universitario sino durante toda su vida profesional, y que estos resultados sirvan también a las empresas para seleccionar mejores profesionales que ayuden a aumentar su productividad.

Gracias a la realización de este proyecto se espera conseguir una lista de entregables de valor para los alumnos y las empresas así como una herramienta web formada por cuatro módulos que dará soporte a todos los resultados de la investigación, permitiendo que los alumnos y las empresas se beneficien del resultado obtenido.

VIII. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

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.

Respecto a los actores involucrados en el proceso:

- **Empresas:** 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.
- **Profesores:** 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.
- **Alumnos:** En el caso de los alumnos, han obtenido una herramienta que les permite conocer en cada momento de forma numérica y clara qué competencias son sus fortalezas y cuáles sus debilidades.

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.

Gracias al proyecto se han conseguido identificar seis grandes problemas que afectan tanto a empresas como a alumnos, y cuya resolución permitirá aumentar la productividad de ambos y supondrá un gran beneficio para la sociedad.

Con el resultado del proyecto, el futuro graduado en Informática no sólo contará con un conjunto abstracto de competencias asociadas a una intensificación, sino que tendrá unas competencias unidas a un conjunto de métricas y actividades alineadas con las asignaturas de dicho grado y con los requerimientos del sector privado, lo que permitirá aumentar el nivel de satisfacción y eficacia de los nuevos ingenieros y las empresas que los contraten, ayudando al entorno empresarial a ser más competitivo y a los nuevos ingenieros a comprender mejor las actividades asociadas con cada una de las competencias alcanzadas.

Por otro lado, aunque el proyecto se ha centrado en la carrera de “Ingeniería Informática” consideramos que, una vez establecidas las bases y el conjunto de métricas, éstas podrán ser fácilmente extrapolables en otros grados de otras carreras.

Para concluir, es importante destacar la importancia de los resultados obtenidos en el proyecto, pero también que queda un largo camino por recorrer para consolidar y validar dichos resultados y cumplir con los seis objetivos establecidos.

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”, “Utilización de métricas asociadas a las competencias generales y específicas del Grado de Ingeniería Informática para ayudar a los alumnos en su orientación profesional” concedidos dentro de la 6ª y 7ª 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. También es parte de los siguientes proyectos: SIGMA-CC (TIN2012-36904) and GEODAS (TIN2012-37493-C03-01) financiados por el “Ministerio de Economía y Competitividad” (España), del proyecto SERENIDAD (PEII14-2014-045-P) financiados por la “Consejería de Educación, Ciencia y Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla-la Mancha”, del proyecto “Plataformas Computacionales de Entrenamiento, Experimentación, Gestión y Mitigación de Ataques a la Ciberseguridad - Código: ESPE-2015-PIC-019” financiado por la ESPE y CEDIA (Ecuador), y del proyecto PROMETEO financiado por la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) del Gobierno de Ecuador.

REFERENCIAS

- [1] Erdoğan, N. and M. Esen, *An Investigation of the Effects of Technology Readiness on Technology Acceptance in e-HRM*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2011. **24**(0): p. 487-495.
- [2] Kundu, S. and R. Kadian, *Applications of HRIS in Human Resource Management in India: A Study*. European Journal of Business and Management, 2012. **4**(21): p. 34-41.
- [3] SWAROOP, M.K.R., *E-HRM and how it will reduce the cost in organisation*. Asia Pacific Journal of Marketing & Management Review, 2012. **23**19: p. 2836.
- [4] Schalk, R., V. Timmerman, and S.v. den Heuvel, *How strategic considerations influence decision making on e-HRM applications*. Human Resource Management Review, 2013. **23**(1): p. 84-92.
- [5] Kulkarni, S.R., *Human Capital Enhancement through E-HRM*. IBMRD's Journal of Management & Research, 2014. **3**(1): p. 59-74.
- [6] Vivas, T., A. Zambrano, and M. Huerta. *Mechanisms of security based on digital certificates applied in a telemedicine network*. in *Engineering in Medicine and Biology Society, 2008. EMBS 2008. 30th Annual International Conference of the IEEE*. 2008.
- [7] Puma, J.P., et al. *Mobile Identification: NFC in the Healthcare Sector*. in *Andean Region International Conference (ANDESCON), 2012 VI*. 2012.
- [8] Sanayei, A. and A. Mirzaei, *Designing a model for evaluating the effectiveness of e-hrm (Case Study: Iranian organizations)*. International Journal of Information Science and Management (IJISM), 2012. **6**(2): p. 79-98.
- [9] Ruel, H.J., T.V. Bondarouk, and M. Van der Velde, *The contribution of e-HRM to HRM effectiveness: Results from a quantitative study in a Dutch Ministry*. Employee relations, 2007. **29**(3): p. 280-291.
- [10] Stone, D.L. and J.H. Dulebohn, *Emerging issues in theory and research on electronic human resource management (eHRM)*. Human Resource Management Review, 2013. **23**(1): p. 1-5.
- [11] Navimipour, N.J., et al., *Expert Cloud*. Comput. Hum. Behav., 2015. **46**(C): p. 57-74.
- [12] Jafari Navimipour, N., et al., *Expert Cloud: A Cloud-based framework to share the knowledge and skills of human resources*. Computers in Human Behavior, 2015. **46**(0): p. 57-74.
- [13] Strohmeier, S. and F. Piazza, *Artificial Intelligence Techniques in Human Resource Management—A Conceptual Exploration, in Intelligent Techniques in Engineering Management*, C. Kahraman and S. Çevik Onar, Editors. 2015, Springer International Publishing. p. 149-172.
- [14] Strohmeier, S. and F. Piazza, *Domain driven data mining in human resource management: A review of current research*. Expert Systems with Applications, 2013. **40**(7): p. 2410-2420.
- [15] 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.
- [16] Forbes, N.M., P., *Computer science today in the European Union*. Computing in Science & Engineering, 2002. **4**(1): p. 10-14.
- [17] ACM, *Computer science curriculum 2008: An interim revision of CS 2001*, in *Review Task Force*, R.f.t. Interim, Editor 2008, ACM.
- [18] Sahami, M., et al., *Computer science curriculum 2013: reviewing the strawman report from the ACM/IEEE-CS task force*, in *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education 2012*, ACM: Raleigh, North Carolina, USA. p. 3-4.
- [19] Milosz, M., et al., *COMPARISON OF EXISTING COMPUTING CURRICULA AND THE NEW ACM-IEEE COMPUTING CURRICULA 2013*. EDULEARN14 Proceedings, 2014: p. 5808-5818.
- [20] Martinez, J.E.P., J. Garcia Martin, and A.S. Alonso. *Teamwork competence and academic motivation in computer science engineering studies*. in *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014 IEEE*. 2014.
- [21] CC2001, *Computing Curricula 2001*. Computer Science, I.C.S.a.A.f.C. Machinery, Editor 2001.
- [22] SE2004, *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*, I.C.S.A.f.C. Machinery, Editor 2004.
- [23] CE2004, *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering*, I.C.S.A.f.C. Machinery, Editor 2004.
- [24] Gorgone, J., et al., *MSIS 2006: Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Programs in Information Systems*. Communications of AIS, 2006. **38**(2): p. 121-196.
- [25] Lunt, B., et al., *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology*, in *Association for Computing Machinery (ACM)*, I.C. Society, Editor 2008.
- [26] Pyster, A., et al., *Master's Degrees in Software Engineering: An Analysis of 28 University Programs*. IEEE Software, 2009: p. 95-101.
- [27] Lago, P., et al. *Towards a European Master Programme on Global Software Engineering*. in *20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'07)*. 2007.
- [28] Rico, D. and H. Sayani. *Use of Agile Methods in Software Engineering Education*. in *Agile Conference, 2009*. 2009. Chicago, USA.
- [29] Dima, A.M., *Handbook of Research on Trends in European Higher Education Convergence 2014*: IGI Global.
- [30] Tripp, L., *SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, I.C. Society, Editor 2004: Los Alamitos, California.
- [31] Lavrisheva, E.M. *Classification of Software Engineering Disciplines*. in *Kibernetika i Sistemnyi Analiz*. 2008.
- [32] Society, I.C., P. Bourque, and R.E. Fairley, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK(R)): Version 3.02014*: IEEE Computer Society Press. 346.
- [33] Samarthyam, G., et al., *FOCUS: an adaptation of a SWEBOK-based curriculum for industry requirements*, in *Proceedings of the 34th International Conference on Software Engineering 2012*, IEEE Press: Zurich, Switzerland. p. 1215-1224.
- [34] Alarcón, A., N. Martínez, and J. Sandoval, *Use of Learning Strategies of SWEBOK® Guide Proposed Knowledge Areas*, in *7th International Conference on Knowledge Management in Organizations: Service and Cloud Computing*, L. Uden, et al., Editors. 2013, Springer Berlin Heidelberg. p. 243-254.
- [35] Lethbridge, T., et al. *Improving software practice through education: Challenges and future trends*. in *Future of Software Engineering (FOSE'07)*. 2007.

- [36] Thompson, J. *Software Engineering Practice and Education An International View*. in *SEESE'08*. 2008. Leipzig, Germany.
- [37] Fairley, R.E.D., P. Bourque, and J. Keppler. *The impact of SWEBOK Version 3 on software engineering education and training*. in *Software Engineering Education and Training (CSEE&T), 2014 IEEE 27th Conference on*. 2014.
- [38] 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.
- [39] Seidman, S.B. *Software Engineering Certification Schemes*. in *Computer*, 2008. 2008.
- [40] Willmer, D. *Today's Most In-Demand Certifications*. 2010 [cited 2010 26 July 2010].
- [41] Padak, N. and G. Padak, *Guidelines for Planning Action Research Projects*. ed1994.
- [42] 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.
- [43] Rombach, H.D., *Design Measurement: Some Lessons Learned*. IEEE Software, 1990. **March 1990**: p. 17-25.
- [44] 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)*, C.d.O.d.I.X.J.d.E.U.d.I. Informática, Editor 2011: Sevilla (España). p. 51-58.
- [45] 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.
- [46] 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)*. C.d.O.d.I.X.J.d.E.U.d.I. Informática, Editor 2010. p. 205-212.
- [47] 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.
- [48] Rosado, D.G., et al., *Content related to Computing Security on Computer Engineering Degree according to International Professional Certificates*. IEEE Transactions Latinoamerica, 2015. **13(6)**.
- [49] Guerrero Quinteros, A.C., *Inserción y características del mercado laboral y nivel de satisfacción general y adecuación de la formación en competencias generales y profesionales de graduados de la carrera Comunicación Social con mención en Redacción y Creatividad Estratégica de la Universidad Casa Grande*. 2014.
- [50] Basili, V.R., ed. *Applying the GQM paradigm in the experience factory*. Software quality assurance and measurement, ed. N. Fenton, Whitty, R., and Iizuka, Y.1995, London, 1995: Thomson Computer Press. 23-37.



Luis Enrique Sánchez is PhD and MsC in Computer Science and is an Professor at the Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) of Latacunga (Ecuador), MsC in Information Systems Audit from the Polytechnic University of Madrid, and Certified Information System Auditor by ISACA. He is the Director of Professional Services and R&D departments of the company Sicaman Nuevas Tecnologías S.L. COIICLM board or committee member and responsible for the professional services committee. His research activities are management security system, security metrics, data mining, data cleaning, and business intelligence. He participates in the GSyA research group of the Department of Computer Science at the University of Castilla- LaMancha, in Ciudad Real (Spain). He belongs to various professional and research associations (COIICLM, ATI, ASIA, ISACA, eSEC, INTECO, etc).



Antonio Santos-Olmo is MsC in in Computer Science and is an Assistant Professor at the Escuela Superior de Informática de the Universidad de Castilla- La Mancha in Ciudad Real (Spain) (Computer Science Department, University of Castilla La Mancha, Ciudad Real, Spain), MsC in Information Systems Audit from the Polytechnic University of Madrid, and Certified Information System Auditor by ISACA. He is the Director of Software Factory departments of the company Sicaman Nuevas Tecnologías S.L. His research activities are management security system, security metrics, data mining, data cleaning, and business intelligence. He participates in the GSyA research group of the Department of Computer Science at the University of Castilla- LaMancha, in Ciudad Real (Spain). He belongs to various professional and research associations (COIICLM, ATI, ASIA, ISACA, eSEC, INTECO, etc).



David G. Rosado has an MsC and PhD. in Computer Science from the University of Málaga (Spain) and from the University of Castilla-La Mancha (Spain), respectively. His research activities are focused on security for Information Systems and Cloud Computing. He has published several papers in national and international conferences on these subjects, and he is co-editor of a book and chapter books. Author of several manuscripts in national and international journals (Information Software Technology, System Architecture, Network and Computer Applications, etc.). He is member of Program Committee of several conferences and workshops national and international such as ICEIS, ICCGI, CISIS, SBP, IAS, SDM, SECURE, COSE and international journals such as Internet Research, JNCA, KNOSYS, JKU, and so on. He is a member of the GSyA research group of the Information Systems and Technologies Department at the University of Castilla-La Mancha, in Ciudad Real, Spain.



Sara Camacho Estrada is a Juris Doctor, Master in Information Technology and Multimedia Education, Master in Higher Education, Teaching and Administration. Director of the Languages Center for two periods at the Universidad Técnica de Ambato in Ecuador. Vice-dean of the Education Faculty at the Universidad Técnica de Ambato in Ecuador. Author and director of the TEFL Master's program at the Universidad Técnica de Ambato in Ecuador. Author of a wide variety of programs like interactive software for learning English, international accreditations, and language learning programs



Eduardo Fernández-Medina holds a PhD. and an MsC. in Computer Science from the University of Sevilla. He is associate Professor at the Escuela Superior de Informática of the University of Castilla-La Mancha at Ciudad Real (Spain), his research activity being in the field of security in databases, datawarehouses, web services and information systems, and also in security metrics. Fernández-Medina is co-editor of several books and chapter books on these subjects, and has several dozens of papers in national and international conferences (DEXA, CAISE, UML, ER, etc.). Author of several manuscripts in national and international journals (Information Software Technology, Computers And Security, Information Systems Security, etc.), he is director of the GSyA research group of the Information Systems and Technologies Department at the University of Castilla-La Mancha, in Ciudad Real, Spain. He belongs to various professional and research associations (ATI, AEC, ISO, IFIP WG11.3 etc.).