

Propuesta de competencias para el Ingeniero de Organización en el contexto de los nuevos planes de estudio

Juan A. Marin-Garcia

Universidad Politécnica de Valencia
(Spain)
jamarin@omp.upv.es

Jose P. Garcia-Sabater

Universidad Politécnica de Valencia
(Spain)
jpgarcia@omp.upv.es

M. Rosario Perello-Marin

Universidad Politécnica de Valencia
(Spain)
rperell@upvnet.upv.es

Lourdes Canos-Daros

Universidad Politécnica de Valencia
(Spain)
loucada@omp.upv.es

Received September, 2009

Accepted October, 2009

Resumen:

Dentro del contexto del Espacio Europeo de Educación Superior hay una serie de aspectos que condicionan la educación universitaria de las ingenierías que deben ser tenidos en cuenta en la elaboración de los planes de estudio. Estos planes son documentos en los que se plasma, entre otras cosas, qué se debe aprender, cómo se debe aprender y evaluar lo que se aprende, y cuándo, en que secuencia, se aprende. En este trabajo nos centraremos en proponer qué competencias, actitudes y valores se deberían aprender en el título de grado de Ingeniero de Organización. Hemos realizado una extensa revisión de bibliografía, revisado en profundidad 38 referencias y planteado 3 grupos de enfoque. Estas actividades nos han permitido identificar una secuencia de desarrollo de planes de estudios y 3 visiones de la profesión. A partir de ello hemos planteado el dominio de actuación de los futuros titulados y hemos propuesto 14 competencias desglosadas en 53 objetivos formativos.

Palabras clave: planes de estudio, ingeniero de organización, competencias.

Códigos JEL: I23, A23

Title: Proposal of skills for the bachelor degree of Industrial Engineering in the context of the new curriculum.

Abstract:

There are several aspects that determine the engineering education, that must be taken into account in developing the curriculum within the context of the European Higher Education Area. These curriculums are documents that reflect, among other things, what to learn, how to learn and evaluate what is learned, and when, in what sequence, should to be learned. In this paper we focus on what skills, attitudes and values should be learned in the bachelor degree of Industrial Engineering. We conducted an extensive review of literature, read in depth 38 references and 3 focus groups. These activities have enabled us to identify a sequence of curriculum development and 2 views of the profession. From this point we have raised the domain of future graduates and we have proposed 14 competencies, broken down into 53 skills training objectives.

Keywords: curricula, industrial engineering, competencies.

JEL Codes: I23, A23

1. Introducción

Se han publicado diferentes artículos relacionados con el proceso de reevaluación de los programas de educación universitaria de los títulos de Ingeniería, que está afectando prácticamente a todos los países (Bankel *et al.*, 2003). Muchos de estos artículos coinciden en una serie de aspectos que condicionan el nuevo marco de educación de la Ingeniería (Figuera Figuera, 2007; Maffioli & Augusti, 2003): más demanda de puestos de trabajo de graduados en Ingeniería, pero más específica (mayor diversificación de perfiles); avances tecnológicos (especialmente

tecnologías de la información); la introducción de la responsabilidad social; necesidad de formación en habilidades interpersonales; necesidad de adaptación a cambios rápidos e impredecibles; globalización de los mercados y de las tecnologías; y, finalmente, unos estudiantes de ingreso más heterogéneos (de diferentes culturas, conocimientos de base, etc.).

Paralelamente, el desarrollo de los nuevos planes de estudio está marcado por un enfoque en el que debería primar el aprendizaje significativo (los alumnos perciben el mensaje en relación con sus conocimientos previos y con su experiencia) de unas competencias (un saber hacer complejo que es resultado de un proceso más o menos largo donde se integran, movilizan y adecuan habilidades, técnicas y conocimiento; utilizados en situaciones que tienen un carácter común), unas actitudes (autonomía, responsabilidad y colaboración) y unos valores (desarrollo y autorrealización personal, orientación al conocimiento y aprendizaje durante toda la vida y la responsabilidad ética y social) que permitan el progreso social (Fernández March & Rodríguez Monzonis, 2008; Villa Sánchez & Poblete, 2007).

El objetivo de este artículo es completar y extender los trabajos publicados en el ámbito de la Ingeniería de Organización en España (ANECA, 2005; Figuera Figuera, 2007; Marin-Garcia *et al.*, 2008). En este sentido, pretendemos presentar un listado de competencias para el título, agrupándolas en diferentes categorías. Para realizar esta tarea, tendremos en cuenta a las normativas existentes (RD y propuesta de ficha de titulación de ADINGOR). Utilizaremos para ello el despliegue de competencias en objetivos formativos como la interfase que facilite la propuesta asignaturas. También incluiremos una breve reflexión sobre la evaluación de las competencias.

2. Metodología

Para obtener las fuentes de información de revistas académicas hemos realizado una búsqueda en las principales bases de datos con las palabras claves: "engineering and industrial and education" desde el año 1998 al 2008. En total hemos obtenido 177 (web Of Science), 61 (Science Direct) y 65 (EBSCO) referencias. Completamos esta información con una revisión manual en revistas especializadas en educación en ingeniería y que no están recogidas en los índices anteriores (WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education,

International Journal of Education and Information Technologies, Intangible Capital y European Journal of Engineering Education). Tras filtrar repetidos y seleccionar las que tenían relación con este trabajo (planteamiento de currícula para el desarrollo de titulaciones de ingeniería), nos quedamos con 38 referencias. Paralelamente, hemos realizado 3 "grupos de enfoque" en los que han participado 15 profesores universitarios y 5 gerentes de empresas. Los grupos de enfoque tuvieron como objetivo la definición de competencias importantes para la profesión de ingeniero de organización y articular las asignaturas que podían contribuir a formar esas competencias.

3. Desarrollo de los planes de estudio

La mayoría de planes de estudios en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior están marcados por una serie de condicionantes. Por ejemplo, el establecimiento, en cada país, de un mapa de titulaciones de grado que sea homologable con los de otros países (Maffioli & Augusti, 2003). Esto obliga a reconsiderar las titulaciones a impartir y, en el contexto de la rama industrial de las ingenierías, obliga a ciertas modificaciones. Otro condicionante importante es la adopción de un sistema de dos ciclos (el grado y el postgrado), quedando la mayoría de los títulos de grado en cuatro años, aunque existen alguna excepciones (Maffioli & Augusti, 2003; Teixeira *et al.*, 2007). Esta situación crea ciertas complicaciones y resistencias en países donde existían titulaciones con ciclo corto y ciclo largo, como es el caso de las Ingenierías en España, pero también en Alemania o Francia (ANECA, 2005; Maffioli & Augusti, 2003). Uno de los principales debates abiertos es si es posible dotar a un estudiante de las competencias adecuadas para una Ingeniería concreta en sólo cuatro años (Maffioli & Augusti, 2003), sobre todo, si los dos primeros años se dedican a materias básicas generalistas y la especialización se concentra sólo en los últimos dos años (Yannou & Bigand, 2004). Otro tema que debería analizarse es si los dos primeros años deberían ser absolutamente comunes a varias titulaciones o si deberían personalizarse para el perfil concreto de una titulación, respetando los descriptores exigidos por Ley.

Por otra parte, se instaure el sistema de transferencia de créditos europeos (ECTS) en el que un curso anual se compone de 60 créditos. Pese a que existen pequeñas variaciones según los países, partiendo de una carga de trabajo anual de los

estudiantes de unas 1.800 horas, se estima una equivalencia de 30-40 horas por crédito; o, lo que es lo mismo, cada hora de clase con el profesor debería originar unas 3-4 horas de trabajo del estudiante (Maffioli & Augusti, 2003; Ratchev *et al.*, 2002; Teixeira *et al.*, 2007).

Además, se incluye un sistema de aseguramiento de la calidad que deriva en la necesidad de superar un proceso de acreditación externa, cada cierto tiempo, que asegure el cumplimiento de unos requisitos comunes entre los programas (Engwall, 2007; Maffioli & Augusti, 2003). En teoría, estos sistemas no deberían limitarse a una comprobación de aspectos superficiales de la titulación, sino que deberían garantizar que los estudiantes han adquirido las competencias que hacen que su título sea homologable en diferentes países. Se recomienda que las competencias de grado de las Ingenierías europeas sean, al menos, comparables a las requeridas por la acreditación ABET de Estados Unidos (Maffioli & Augusti, 2003). No está aún definido cómo se articulará la acreditación para obtener evidencias fiables de la adquisición de las competencias, ya que esto es mucho más complicado que garantizar una mera repetición correcta de conocimientos. Algunas de las posibilidades que se barajan son la incorporación de una autoevaluación estructurada de los alumnos, portafolio de resultados de aprendizaje, perfiles de calificaciones individuales, registro de resultados o Assessment Centres (Maffioli & Augusti, 2003).

El proceso de acreditación necesita que cada uno de los títulos indique qué perfil quieren formar, qué competencias se adquirirán, los resultados de aprendizaje esperados, el modo en que se evaluarán y los objetivos y contenidos de cada uno de los cursos, de modo que se pueda contrastar de la manera más objetiva posible que se están logrando los objetivos de la titulación (Maffioli & Augusti, 2003).

El definir las competencias profesionales necesarias para una titulación de Ingeniería no es una tarea fácil. Por un lado, hay que cumplir con las condiciones que marca la Ley. En el caso de España, la Orden Ministerial del 25 de octubre de 2008, modificada en la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero. En aquellas titulaciones, como la Ingeniería de Organización, que no tienen atribuciones reguladas por Colegios Profesionales, se debería seguir las recomendaciones de la asociación ADINGOR. Además, es necesario ajustar el título a las necesidades que se requerirían para un profesional tipo contratado por las empresas (Ferguson,

2006), es decir, intentar ajustar el plan de estudios a las necesidades del mercado (Mummolo, 2007). Sin embargo, no es fácil trazar el perfil de ese “profesional tipo”. Además, es probable que el perfil demandado cambie rápidamente (Teixeira *et al.*, 2007) y podamos estar formando titulados que salgan con el perfil que se necesitaba varios años atrás (cuando se estableció el plan de estudios) y no en el momento de incorporarse al mercado laboral.

Resumiendo este apartado, la secuencia lógica para el desarrollo de un nuevo plan de estudios, dentro del marco del Espacio Europeo de Educación Superior, sería en este orden (Marin-Garcia *et al.*, 2008; Valero, 2009; Villa Sánchez & Poblete, 2007):

1. Definir el perfil del profesional que se pretende formar.
2. Enumerar las competencias y especificarlas en forma de objetivos formativos y resultados de aprendizaje.
3. Identificar módulos y materias, asignando objetivos formativos a asignaturas/materias.
4. Secuenciar los módulos y materias en cursos y cuatrimestres.
5. Dentro de cada asignatura:
 - i) Establecer el modo de evaluar el logro de la competencia. Esto tendría que hacerse en conjunto por todos los profesores que intervienen en asignaturas que quieren desarrollar esas competencias, para pactar niveles y objetivos.
 - ii) Describir con detalles los criterios de calidad. El uso de rúbricas ayudarían a realizar una descripción específica y operativa.
 - iii) Establecer los contenidos y metodología docente que permita que los estudiantes puedan superar los criterios de calidad, establecidos en el punto anterior, de una manera eficaz y eficiente.
6. Establecer los criterios que se seguirán, a nivel de plan de estudios, que los estudiantes han logrado adquirir las competencias que se certifican.

7. Completar los otros apartados que se especifiquen por Ley.

En este trabajo nos vamos a centrar en los dos primeros aspectos de esta lista.

4. El Ingeniero de Organización: una propuesta de perfil

Entre los diferentes perfiles que se pueden proponer para el Ingeniero de Organización (ANECA, 2005), hay dos interpretaciones del título bastante difundidas (Elsayed, 1999; Gallwey, 1992). La primera de estas interpretaciones, la gestión de operaciones, coincide con la visión del Industrial Engineering de USA, Reino Unido y Holanda y tiene una relación muy estrecha con el Manufacturing Engineer y con la rama industrial de la ingeniería (ABET & EUR-ACE, 2007; ANECA, 2005). La otra visión, coincide con el Management Engineering de USA y Reino Unido, el WirtschaftIngenieur de Alemania o la Ingeniería Gestionale de Italia y está más asociada con la gestión y administración de empresas (ABET & EUR-ACE, 2007; ANECA, 2005; Yannou & Bigand, 2004).

Si el título queda enmarcado en la rama industrial, entendemos que el enfoque prioritario del título debería estar marcado por la dirección de operaciones, incluyendo algo de administración y dirección de empresas y, dejando campo para las otras visiones (gestión de la innovación o consultoría) en intensificaciones que se oferten como optatividad. Si queda enmarcado en las ciencias sociales, el enfoque prioritario sería la administración y dirección de empresas, dejando la dirección de operaciones como un complemento o como optatividad.

El título de Ingeniero de Organización desarrollado en este artículo está pensado para una universidad que va a encuadrarlo en la rama industrial de las ingenierías. Por ello, debe tener una formación básica que le capacite como ingeniero. Según el Institute of Industrial Engineering, el British Engineering Council o el Libro blanco de titulaciones de grado de Ingeniería de la Rama Industrial, los ingenieros son capaces de analizar, modelizar, diseñar, implementar y mejorar sistemas complejos compuestos por personas, materiales, dinero, información, máquinas, tecnología y energía (ABET & EUR-ACE, 2007; ANECA, 2005; Chen *et al.*, 2005; Elsayed, 1999; Gallwey, 1992; Maffioli & Augusti, 2003; Mummolo, 2007; Ratchev *et al.*, 2002; Salvendy, 2001; Womack & Jones, 1996; Zandin & Maynard, 2005).

En especial, el título de Ingeniero de Organización Industrial debe preparar a los estudiantes para conocer en qué consisten, para qué sirven y cómo se ponen en marcha, en una empresa, las herramientas que permiten ofrecer productos y servicios en el menor plazo y con la mayor productividad, calidad, fiabilidad y eficiencia posible. La mayoría de estas herramientas se centran en mejorar procesos. Queremos resaltar la idea de que estos procesos pueden ser tanto para fabricar o ensamblar productos, como para proporcionar un servicio, logístico o de cualquier otro tipo. Además, el titulado-a en Ingeniería de Organización debe ser capaz de diagnosticar problemas, analizarlos, proponer posibilidades de mejora y decidir cuál de las herramientas conviene usar en su área de responsabilidad. Para tomar la decisión de qué herramienta usar, debe ser capaz de valorar las prioridades estratégicas de su empresa, los indicadores clave, los recursos disponibles, los beneficios y costes esperados, las condiciones del sector y las limitaciones tecnológicas de los productos/servicios que ofrece la empresa, de los procesos con los que los produce y la responsabilidad social corporativa. Una vez tomada la decisión, debe ser capaz de colaborar en la implantación y seguimiento de las acciones propuestas haciendo los protocolos, cálculos, planes, programas, simulaciones, etc., que sean necesarios para ello. También tendrá un papel importante liderando y motivando a las personas que deben colaborar en la implantación (Marin-Garcia *et al.*, 2008).

Tecnología empleada	Problemas que tratan	Población a la que sirven
Simulación y modelado. Tecnología de la información. Herramientas de gestión. Producción ajustada: <ul style="list-style-type: none"> • Flujo pieza a pieza • Herramientas para la Calidad • Mantenimiento • Lean Office Herramientas de gestión de recursos humanos.	Sobreproducción. Exceso de transporte o movimientos. Exceso de inventario. Procesado excesivo. Esperas o pérdida de tiempo del cliente. Rectificaciones. Desperdiciar el capital humano. Uso inadecuado de sistemas o procesos. Gasto de energía, agua o materiales. Despilfarro en oficinas o servicio. Insatisfacción de clientes.	Industria. Sector Público. Servicios: <ul style="list-style-type: none"> • Logísticos • Sanitarios • Transporte • Comercial • Financiero • ONGDs • Etc.

Tabla 1. Dominio de actuación del Ingeniero de Organización Industrial. Fuente: elaboración propia

En la tabla 1 resumimos cual es el dominio de actuación del Ingeniero de Organización Industrial, teniendo en cuenta las herramientas empleadas, los

problemas que se pretende resolver y la “población” que se pretende atender (Salvendy, 2001; Thompson, 1967).

Partiendo del hecho indudable de que todas las ingenierías de la rama industrial tienen importantes áreas de solape, no es menos cierto que las diferencias también son notables. Así, el énfasis en la Ingeniería de Organización es más en los aspectos humanos y la viabilidad económica de las propuestas diseñadas que en la viabilidad técnica, que sería el campo de los Ingenieros Mecánicos o de Tecnologías Industriales (Gallwey, 1992). De manera análoga, el graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales está más relacionado con la redacción, firma y desarrollo de proyectos de construcción, montaje o instalación de estructuras, plantas industriales o equipos mecánicos, eléctricos, electrónicos o energéticos. Mientras que el Ingeniero de Organización Industrial debería centrarse en asesorar, hacer funcionar o mejorar organizaciones, sistemas de producción, procesos, servicios o sistemas de información de modo que se favorezca la ventaja competitiva.

5. Competencias del Ingeniero de Organización

En España, la Orden Ministerial CIN/351/2009, de 9 de febrero de 2009, regula las competencias necesarias para las profesiones reguladas de Ingeniero Técnico Industrial. El único referente específico para competencias de un Ingeniero de Organización es el Documento de “requisitos para la verificación del título de Grado en Ingeniería de Organización Industrial” elaborado por ADINGOR (Boletín nº 2 de la Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización ADINGOR. Junio 2008). Partiendo de estos referentes hemos elaborado la propuesta de competencias que presentamos a en la tabla 2.

En esa tabla, la primera columna recoge las 11 competencias formuladas en la Orden Ministerial. En la segunda columna colocamos la competencia, propuesta por ADINGOR, que es equivalente a la presentada en el ministerio. Puesto que hay tres competencias propuestas por ADINGOR que no están en la Orden Ministerial, hemos añadido tres nuevas filas para contenerlas. En la columna tercera presentamos el nombre de la competencia tal como aparecería en el plan de estudio. En este sentido, se ha intentado mantener una formulación equivalente a la de la Orden Ministerial o al documento de ADINGOR, haciendo algunos retoques para evitar redundancias dentro de una misma competencia o solapes con otras

competencias formuladas. En total, el título pretende que los estudiantes adquieran 14 competencias (las 11 marcadas por la Orden Ministerial y 3 adicionales para cumplir la propuesta de ADINGOR). La cuarta columna de la tabla asocia los objetivos formativos, que detallaremos más adelante, con las competencias del título.

En la tabla 2 se pueden observar las equivalencias entre la formulación de las competencias planteadas, las exigencias de la Orden Ministerial y las recomendaciones de ADINGOR. Puesto que la Ingeniería de Organización no es una profesión regulada, entendemos que las tres primeras competencias de la tabla, tal como se formulan en la Orden Ministerial, no son de aplicación directa. No obstante, haciendo una analogía, podríamos considerar que la competencia que detalla la Orden Ministerial sería el equivalente al conjunto de competencias específicas que se comentan en el documento de ADINGOR.

Entendemos que la competencia C06 está incluida en la C03. Del mismo modo, la competencia C11 estaría contenida en la C01. Esto se puede comprobar, pues comparten exactamente los mismos objetivos formativos. No obstante, las hemos mantenido separadas puesto que en la Orden Ministerial aparecen separadas. De este modo pensamos que facilitamos la labor del evaluador del plan de estudios que podrá identificar con más claridad el ajuste de la propuesta del título con las normativas de obligado cumplimiento.

Orden Ministerial CIN/351/2009, de 9 de febrero de 2009	ADINGOR	Propuesta Plan de Estudios	Objetivos formativos
Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.	(el equivalente para Ingeniero de Organización sería) 3. Capacidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer necesidades definidas. Capacidad para gestionar, asesorar, proyectar, hacer funcionar, mantener y mejorar organizaciones, sistemas, estructuras, instalaciones, sistemas de producción, procesos, y dispositivos con finalidades prácticas, económicas y financieras. Gestionar el conocimiento, la tecnología y los procesos de cambio organizacional como factores clave para la mejora de la competitividad en el entorno actual. Gestionar, evaluar y mejorar sistemas de información basados en tecnologías de la información y las telecomunicaciones.	C01- Capacidad para asesorar, proyectar, hacer funcionar, mantener y mejorar organizaciones, plantas industriales, sistemas de producción, procesos, conocimiento, tecnología, sistemas de información y dispositivos con finalidades prácticas, económicas y financieras; de modo que se mejore la competitividad en el entorno actual.	25-45

Capacidad para la dirección, de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.	Capacidad de organizar y gestionar empresas industriales y de servicios, así como otras instituciones, tanto individualizadamente como formando redes, y en todas sus áreas funcionales y dimensiones: técnica, organizativa, financiera y humana, con una fuerte orientación emprendedora y de innovación. Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas y empresas industriales y centros tecnológicos.	C02- Capacidad para organizar y gestionar empresas industriales y de servicios, así como otras instituciones, centros tecnológicos, instalaciones o proyectos, tanto individualizadamente como formando redes, y en todas sus áreas funcionales y dimensiones: técnica, organizativa, financiera y humana., con una fuerte orientación emprendedora y de innovación.	26-37, 48
Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.	--	C03- Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Organización Industrial	08
Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.	1. Capacidad para aplicar conocimientos de: Matemáticas, Ciencias e Ingeniería. Formar profesionales con una base sólida en ciencias, tecnología, etc.	C04- Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.	01-07; 09-11; 13-14.
Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.	--	C05- Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.	15
Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.	--	C06- Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.	08
Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.	7. Capacidad para comunicarse efectivamente. 8. Capacidad para operar en equipos multidisciplinares y multiculturales.	C07- Capacidad par comunicarse efectivamente con otras personas. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.	16-17, 19, 46-47
Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.	2. Capacidad para diseñar y conducir experimentos y también para analizar e interpretar la información.	C08- Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.	06, 42, 43, 44

Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.	4. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería. Promover las capacidades y competencias dirigidas hacia el análisis, el diagnóstico y la resolución de problemas en entornos complejos y poco estructurados, así como hacia la iniciativa, la creatividad el razonamiento crítico, la toma de decisiones y la implantación de las mismas.	C09- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería de Organización Industrial.	22; 49, 50
Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.	6. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones de la Ingeniería en un contexto social y global. 9. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.	C10- Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones propuestas. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.	12, 20, 21
Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.	Organizar, planificar, controlar y supervisar equipos multidisciplinares. Formar profesionales con una base sólida en dirección de operaciones, producción y gestión de empresas.	C11- Organizar, planificar, controlar y supervisar equipos multidisciplinares. Formar profesionales con una base sólida en dirección de operaciones, producción y gestión de empresas.	25-45
--	5. Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de la ingeniería, necesarias para la práctica profesional.	C12- Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de la ingeniería, necesarias para la práctica profesional.	18, 51
--	10. Conocimiento de los asuntos políticos, económicos y sociales contemporáneos.	C13- Conocimiento de los asuntos políticos, económicos y sociales contemporáneos.	52, 53
--	11. Motivación y capacidad para dedicarse a un aprendizaje de por vida. Proporcionar las bases necesarias para el aprendizaje autónomo, o para cursar estudios de postgrado que le permitan profundizar y/o especializarse en diferentes campos de la Ingeniería de Organización	C14- Proporcionar las bases necesarias y la motivación para el aprendizaje autónomo y para profundizar y/o especializarse en diferentes campos de la Ingeniería de Organización	23-24, 51

Tabla 2.- Competencias del título de Ingeniero de Organización.

Con el fin de ahorrar espacio, se ha incluido en la tabla 2 el código de los objetivos formativos (tablas 3.a-3.g) que están relacionados con cada competencia.

El perfil profesional es el conjunto de competencias necesarias para el ejercicio de una profesión en un ámbito determinado (ANECA, 2005). Podemos describir con

más detalle las competencias que necesita un Ingeniero de Organización, dividiéndolas en una serie de objetivos formativos (conocimientos, habilidades y actitudes). Podemos agruparlos en tres categorías (Ferguson, 2006):

- Objetivos relacionados con conocimientos científicos de Ingeniería en general. Es decir, dominar un lenguaje técnico para poder entender los sistemas complejos de los que hablábamos en la definición de ingeniero de unos párrafos anteriores. Estos conocimientos también le permitirán comunicarse con otros profesionales de la rama industrial cuando forme parte de un equipo. Entre estos conocimientos se incluirían los de física, química, tecnologías industriales (Elsayed, 1999), gestión de la calidad y responsabilidad social corporativa (Gallo, 2004; Porter & Kramer, 2006).
- Objetivos relacionados con conocimientos y habilidades transversales: comunicación interpersonal, trabajo en equipo y liderazgo (Maffioli & Augusti, 2003; Teixeira *et al.*, 2007); capacidad de formular un problema, modelizarlo e imaginar soluciones; fomentar la creatividad de sus colaboradores; seleccionar personas, motivarles y evaluar sus progresos; negociar, evaluar riesgos; organizar los flujos de información (Bankel *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2005; Ferguson, 2006; Yannou & Bigand, 2004). Junto a ellas, es necesario incorporar actitudes deseables en todo ingeniero de organización, tales como el aprendizaje continuo y la capacidad para cuestionarlo todo, incluidas las prácticas tradicionales (Gallwey, 1992; Markes, 2006).
- Objetivos relacionados con conocimientos y habilidades específicas del Ingeniero de Organización y que los diferencian de otras ingenierías: estadística industrial multivariante, minería de datos, economía industrial, mejora continua, distribución de líneas de montaje, programación de producción, reducción de tiempos de cambio, optimización de inventarios, análisis del puesto de trabajo, gestión del conocimiento, seis sigma, "activity based costing", decisiones multicriterio, mantenimiento productivo, gestión de la cadena de suministro, simulación... (Elsayed, 1999; Fliedner & Mathieson, 2007; Gallwey, 1992; Maskell, 2000; Yannou & Bigand, 2004)

En las Tablas 3.a-3.g procedemos a detallar los objetivos formativos de la titulación.

Cod	Descripción
01	Conocer y utilizar adecuadamente el lenguaje matemático, el análisis numérico, los métodos de cálculo numérico y álgebra lineal y sus aplicaciones a la gestión de empresas y gestión de operaciones, en especial, los Métodos Cuantitativos / Investigación Operativa.
02	Conocer la terminología, principio y conceptos de la física general y la mecánica y su aplicación a la gestión de operaciones.
03	Conocer la terminología y notación propia de la química y de la estructura de la materia y sus aplicaciones a la transformación de productos en los procesos industriales. Conocer y aplicar los principios y conceptos sobre la estructura y propiedades de los materiales y los mecanismos para modificar sus propiedades juntando, conformando, rellenando, perforando o combinando sustancias para su aplicación industrial.
04	Conocer fundamentos básicos de informática y programación de ordenadores y de los distintos lenguajes de programación. Desarrollar aplicaciones basadas en lenguajes informáticos para resolver problemas de gestión de empresas y gestión de operaciones.
05	Conocer los principios de las técnicas de representación gráfica y diseño asistido por ordenador y utilizar las aplicaciones informáticas relacionadas con el diseño asistido por ordenador (CAD-CAM-CAE). Interpretar adecuadamente planos.
06	Conocer la terminología y notación propia de la estadística y el análisis estadístico bivariante y multivariante y utilizar los principios y conceptos de la estadística para resolver problemas de gestión de empresas y gestión de operaciones usando la capacidad de obtener datos para confirmar hipótesis.
07	Conocer, los principios básicos de empresa (economía, estrategia, funciones de los mandos, gestión comercial, dirección de operaciones, gestión de recursos humanos, costes, etc.).
08	Conocer y aplicar la legislación, reglamentación y normativas básicas relacionadas con las actividades industriales, incluyendo normas de seguridad y medioambientales que afectan a los procesos empresariales y ergonomía. Elaborar planes de prevención de riesgos laborales.
09	Conocer los principios y conceptos de la electricidad, el electromagnetismo, la teoría de campos y ondas y su aplicación a los procesos industriales. Conocer los principios y conceptos básicos sobre las máquinas eléctricas, sus principios de funcionamiento y sus distintas tipologías y variantes. Conocer los principios y conceptos básicos sobre las magnitudes eléctricas y los fundamentos sobre los circuitos eléctricos utilizados en procesos industriales y servicios.
10	Conocer los principios y conceptos básicos sobre los componentes, dispositivos electrónicos y sistemas de control y sus aplicaciones industriales y en servicios. Conocer las alternativas electrónicas, mecánicas o de otro tipo para captura, localización y comunicación de datos, relacionados con la gestión de empresas y gestión de operaciones, Conocer alternativas para montar redes interplanta o interempresa, sistemas distribuidos y flujos de información. Diseñar o seleccionar los dispositivos de control adecuados para la automatización de procesos industriales o para implantar sistemas de toma de datos.
11	Conocer y aplicar los principios y conceptos básicos sobre los sistemas mecánicos, magnéticos y neumáticos y el cálculo de elementos de máquinas y sus aplicaciones industriales para manejar, posicionar o transportar materiales o componentes. Conocer y seleccionar las operaciones, procesos manuales y procesos automáticos para el procesamiento, montaje y desmontaje de piezas y componentes. Seleccionar las máquinas y tecnología más adecuadas para los procesos de la empresa (FMS, Robotización, etc.). Gestión de Sistemas Avanzados de Fabricación.
12	Conocer principios y conceptos básicos sobre la contaminación industrial, el impacto ambiental de las actividades industriales y el tratamiento, reciclado y gestión de residuos industriales y urbanos.
13	Conocer los conceptos de tecnología energética que condicionan la fabricación de productos y servicios respetuosos con el medio ambiente y calcular el impacto energético y medioambiental de la fabricación de productos y servicios.
14	Conocer y aplicar los fundamentos de fluidos e instalaciones de máquinas hidráulicas para procesos industriales y servicios.
15	Realizar mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos y otros trabajos análogos relacionados con la gestión de empresas y gestión de operaciones.

Tabla 3.a. Objetivos formativos comunes a la ingeniería

Cod	Descripción
16	Trabajar en equipo, asumiendo distintos roles y responsabilidades (líder del equipo, relator, facilitador, portavoz del equipo, o cualquier otro que se le asigne). Dirigir y participar

	efectivamente en reuniones. Liderar.
17	Tener capacidad de comunicación interpersonal, lectura comprensiva y escucha activa.
18	Utilizar adecuadamente las aplicaciones ofimáticas básicas. Diseñar y utilizar de forma eficiente hojas de cálculo, herramientas de productividad y herramientas de comunicación y gestión de plataformas colaborativas, gestión documental y portales.
19	Poder trabajar y comunicarse efectivamente en contextos internacionales (mail, foros, chats, informes, wikis, video conferencias, teléfono, elaborar de ayudas visuales para presentaciones, elaborar diagramas y esquema, webs colaborativas...). Colaborar en la gestión del conocimiento. Crear y gestionar de forma eficiente documentos extensos (informes, memorias, dossiers y pósters) y presentaciones de calidad adaptadas a la audiencia potencial, valiéndose de las TICs.
20	Mostrar compromiso social, ético y medioambiental para el desarrollo de soluciones ingenieriles compatibles, sostenibles y en continua sintonía con la realidad del entorno humano y natural.
21	Elaborar y aplicar políticas internas de la empresa que refuercen y concreten la responsabilidad social corporativa.
22	Proponer alternativas de solución a los problemas detectados y fomentar la creatividad en su entorno de trabajo. Iniciativa y espíritu emprendedor.
23	Dominar técnicas y rutinas de aprendizaje autónomo, así como convencimiento para el aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida, que permita la progresión autónoma y el acceso a estudios de nivel superior. Disposición de metodologías y destrezas de autoaprendizaje eficiente para la adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances científicos, así como de la evolución de las necesidades, para adoptar una actitud de innovación y creatividad en el ejercicio de la gestión de empresas y gestión de operaciones.
24	Formular adecuadamente preguntas de investigación y buscar literatura específica a un problema en revistas académicas.

Tabla 3.b. Objetivos formativos transversales

Cod	Descripción
25	Definir la visión y la estrategia de la empresa más adecuada a las condiciones del entorno competitivo. Formular objetivos para la empresa y establecer los planes para conseguirlos.
26	Conocer conceptos básicos de contabilidad y finanzas. Interpretar balances y cálculo de ratios que ayuden a la toma de decisiones empresariales. Gestionar los recursos financieros de la empresa. Análisis de inversiones.
27	Conocer y aplicar principios, conceptos y procedimientos de cálculo de costes de productos o servicios
38	Liderar los procesos de cambio en la empresa.
39	Crear las estrategias y políticas de recursos humanos y gestionar las funciones de recursos humanos como responsable de operaciones: descripción de puestos, formación, evaluación del desempeño, recompensas e implicación del personal.

Tabla 3.c. Objetivos formativos de las competencias específicas.

Estrategia y administración de empresas.

Cod	Descripción
28	Formular problemas, modelizarlos, resolverlos y/o simular procesos. Optimizar procesos usando los algoritmos o procedimientos adecuados.
29	Elegir la mejor organización del trabajo.
30	Realizar la identificación, diseño, implantación y seguimiento de procesos de gestión y fabricación (operaciones en empresas industriales y servicios). Diseñar la estructura de Procesos de Negocio y relaciones de la empresa. Establecer relaciones con clientes y proveedores.
31	Favorecer el procesado de las órdenes de los clientes y establecer el mejor modo para realizar la entrega de productos/servicios a los clientes.
32	Seleccionar los materiales y componentes más adecuados a utilizar en los procesos de la empresa y asignar recursos.
33	Planificar la adquisición de materiales, establecer las pautas para transformarlos en productos /servicios.
34	Prever, planificar, programar y gestionar la producción y entrega de los productos y servicios

	de la empresa.
35	Gestionar los recursos físicos de la empresa (selección, dimensionamiento, capacidad, ubicación, mantenimiento y evaluación de su eficiencia).

Tabla 3.d Objetivos formativos de las competencias específicas.
Diseño y planificación de procesos.

Cod	Descripción
36	Gestionar el almacenamiento y recuperación de la información.
37	Desarrollar y desplegar sistemas de información de apoyo a las decisiones empresariales. Modelizar y desarrollar aplicaciones informáticas o consultas a las aplicaciones relacionadas con la gestión de la información en la empresa (CIM, MRPII, ERP, SCM, etc.).

Tabla 3.e. Objetivos formativos de las competencias específicas. Gestión de la información.

Cod	Descripción
40	Analizar los requisitos de un usuario describiendo un producto o necesidad en forma de especificaciones. Desarrollar nuevos productos o servicios que encajen con la estrategia de la empresa y con las expectativas de los clientes, y prepararlos para su producción y reciclado. Identificar y desarrollar iniciativas empresariales. Identificar necesidades de los clientes y supervisar los cambios en las expectativas de los clientes y en los mercados.
41	Mejorar procesos, productos y sistemas. Identificar, proponer e impulsar mejoras que reduzcan los costes, los recursos empleados y los plazos de fabricación o entrega, o que aumenten la eficiencia, la eficacia, la calidad, la flexibilidad o la innovación de la empresa, respetando el medio ambiente y la responsabilidad social corporativa.
42	Preparar, realizar y analizar diseño de experimentos para la mejora de productos y procesos. Usar estadística multivariante para interpretar datos.
43	Garantizar la calidad de los productos/servicios entregados a los clientes y los procesos relacionados.
44	Elaborar planes de calidad (modelo EFQM, ISO-9000, etc) y llevar a cabo evaluaciones de la calidad (de productos/servicios y procesos).

Tabla 3.f. Objetivos formativos de las competencias específicas. Mejora de procesos.

Cod	Descripción
46	Realizar presentaciones de proyectos de mejora, innovaciones u ofertas comerciales compuestas por personas no expertas y también ante mandos y directivos de empresa.
47	Dibujar (realizar, representar) mapas de cadena de valor, diagramas de procesos (inter, intra empresa, Cadenas de Suministro), redes de empresas / plantas industriales, croquis de puestos de trabajo y otros diagramas habituales en la gestión de empresas y gestión de operaciones.
49	Ser capaz de decidir en situaciones ambiguas o inciertas donde haya diferentes criterios en juego.
50	Tener capacidad de cuestionarlo todo, incluso las prácticas tradicionales.
51	Poder adaptarse a la evolución de las herramientas más habituales en el ámbito de la gestión de empresas y gestión de operaciones.
52	Conocer el papel de la innovación tecnológica y el desarrollo industrial y de los servicios.
53	Conocer el papel de la Ingeniería de Organización en las industrias, los servicios, las instituciones públicas o las ONGs.

Tabla 3.g. Objetivos formativos de las competencias específicas. Miscelánea.

Partiendo de los objetivos formativos, se pueden desarrollar materias o asignaturas que contribuyan a desarrollarlos. Para poder comprobar el logro de una competencia, deberíamos evaluar el logro de los objetivos formativos asociados. Para ello, sería recomendable analizar con más detalle cada uno de los objetivos

enumerados. En una investigación futura pretendemos abordar los pasos para una evaluación de competencias basadas en objetivos formativos, pero apuntamos una propuesta de actividades que permitirían completar esta tarea (Valero, 2009): en primer lugar subdividir cada objetivo en varios criterios; a continuación, detallar tres niveles de consecución de cada criterio (memorizar, aplicar y decidir -en los dos primeros todos los alumnos tienen que llegar a respuestas iguales, en el tercero pueden haber varias soluciones con diferente grado de idoneidad-); por último, establecer rúbricas para cada uno de los niveles anteriores. La rúbrica especifica las cotas de calidad esperada y actúa como guía para la corrección. Es recomendable que los anclajes sean lo más objetivos posible para mejorar la fiabilidad de la rúbrica.

6. Conclusiones

Somos conscientes de que nuestra investigación presenta limitaciones. En primer lugar, está sesgada hacia el punto de vista de los profesores universitarios (principal fuente de la que se nutren las revistas académicas). Aunque los datos de las investigaciones publicadas provengan de encuestas a alumnos o profesionales, la interpretación y selección de los mismos ha sido realizada por profesores universitarios. Sería recomendable ampliar los focus group, tanto en cantidad como en composición, para dar más representatividad a las opiniones de profesionales y alumnos. También sería recomendable obtener datos de entrevistas y cuestionarios para matizar las propuestas de las interpretaciones de los grupos de enfoque. Todas estas actividades, deberían realizarse en proyectos de investigación/publicación futuros.

A pesar de las limitaciones comentadas en el párrafo anterior, consideramos que nuestro artículo aporta una contribución relevante al exponer ante la comunidad académica y profesional una propuesta concreta que puede servir de base para el desarrollo de planes de estudios. Esta propuesta está basada en una rigurosa revisión sistemática de la publicación académica sobre el tema, que es posteriormente matizada con los datos obtenidos en los grupos de enfoque. Nuestro trabajo integra la metodología pedagógica, las publicaciones académicas sobre planes de estudios y el perfil del Ingeniero de Organización, las disposiciones legales y la propuesta de la Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de la Organización, creando, de este modo, un documento que se apoya en la

investigación previa para concluir con una propuesta que puede servir de punto de partida tanto a comisiones de planes de estudio como a evaluadores de los mismos. Al mismo tiempo, contribuimos a desarrollar y consolidar el área de Ingeniería de Organización en el contexto español, dotándola de una propuesta sobre el perfil de esta profesión.

Referencias

- ABET; EUR-ACE, (2007). Criteria for accrediting engineering programs.
- ADINGOR (2008). Boletín nº 2 de la Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización. Junio.
- ANECA, (2005). Libro blanco de titulaciones de grado de ingeniería de la rama industrial: Capítulo V Ingeniero De Organización Industrial. http://www.aneca.es/activin/activin_conver_LLBB_indus.asp (Last Accessed 23-nov-2007).
- BANKEL, J.; BERGGREN, K. F.; BLOM, K.; CRAWLEY, E. F.; WIKLUND, I.; ÖSTLUND, S. (2003). The cdio syllabus: A comparative study of expected student proficiency. *European Journal of Engineering Education*, 28 (3): 297-315.
- CHEN, C.; JIANG, B. C.; HSU, K. (2005). An empirical study of industrial engineering and management curriculum reform in fostering students' creativity. *European Journal of Engineering Education*, 30 (2): 191-202.
- ELSAIED, E. A. (1999). Industrial engineering education: A prospective. *European Journal of Engineering Education*, 24 (4): 415-421.
- ENGWALL, L. (2007). The anatomy of management education. *Scandinavian Journal of Management*, 23 (1): 4-35.
- FERGUSON, C. (2006). Defining the australian mechanical engineer. *European Journal of Engineering Education*, 31 (4): 471-485.
- FERNÁNDEZ MARCH, A.; RODRÍGUEZ MONZONIS, C. (2008). *Metodologías activas para la formación de competencias*. Valencia: ICE. Universidad Politécnica de Valencia.

- FIGUERA FIGUERA, J. R. (2007). *Análisis del pasado de la ingeniería de organización en España para mantener su competitividad en el futuro*. Madrid: International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO.
- FLIEDNER, G.; MATHIESON, K., (2007). *Learning lean: A survey of industry lean needs*.
- GALLO, G. (2004). Operations research: Responsibility, sharing and cooperation. *European Journal of Operational Research*, (153): 468-476.
- GALLWEY, T. J. (1992). Europe needs industrial engineering degrees in order to enhance its competitiveness. *European Journal of Engineering Education*, 17 (1): 51-57.
- MAFFIOLI, F.; AUGUSTI, G. (2003). Tuning engineering education into the European higher education orchestra. *European Journal of Engineering Education*, 28 (3): 251-273.
- MARIN-GARCIA, J. A.; GARCIA-SABATER, J. P.; MIRALLES, C.; RODRÍGUEZ VILLALOBOS, A. (2008): Profile and competences of Spanish industrial engineers in the European higher education area (EHEA). *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1 (2): 269-284.
- MARKES, I. (2006). A review of literature on employability skill needs in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 31 (6): 637-650.
- MASKELL, B. H. (2000). Lean accounting for lean manufacturers. *Manufacturing Engineering*, 125 (6): 46.
- MUMMOLO, G. (2007). The future for industrial engineers: education and research opportunities. *European Journal of Engineering Education*, 32 (5): 587-598.
- PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. (2006). Strategy and society: The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, 84 (12): 42-57.

RATCHEV, S.; BLACKWELL, R.; BONNEY, M. (2002). Design of an industrial management course: Bringing together engineering and educational approaches. *European Journal of Engineering Education*, 27 (1): 113-129.

SALVENDY, G. (2001). *Handbook of industrial engineering: Technology and operations management*. New York: John Wiley & Sons.

TEIXEIRA, J. C. F.; FERREIRA, J.; SILVA, D.; FLORES, P. (2007). Development of mechanical engineering curricula at the University of Minho. *European Journal of Engineering Education*, 32 (5): 539-549.

THOMPSON, J. D. (1967). *Organizations in action*. New York: McGraw-Hill.

VALERO, M., (2009). *Evaluación de competencias genéricas en ingenierías*. Apuntes del curso. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad Politécnica de Valencia.

VILLA SÁNCHEZ, A.; POBLETE, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Bilbao: Universidad de Deusto.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York.: Simon & Schuster.

YANNOU, B.; BIGAND, M. (2004). A curriculum of value creation and management in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 29 (3): 355-366.

ZANDIN, K. B.; MAYNARD, H. B. (2005). *Maynard: Manual del ingeniero industrial*. Mexico: MC-GRAW-HILL.

©© Intangible Capital, 2009 (www.intangiblecapital.org)



El artículo está con Reconocimiento-NoComercial 2.5 de Creative Commons. Puede copiarlo, distribuirlo y comunicarlo públicamente siempre que cite a su autor y a Intangible Capital. No lo utilice para fines comerciales. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>