

Análisis de la implantación del Máster en Ingeniería Industrial en España.

De ¿qué debe saber un Ingeniero? a ¿qué debemos enseñar?

Francisco Zamora-Polo y Jesús Sánchez-Martín
Universidad de Extremadura

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7304>

1. INTRODUCCIÓN

La implantación del *Espacio Europeo de Educación Superior* favorece claramente un ámbito de formación profesional, apunta a un modelo educativo que promueve la movilidad y el reconocimiento mutuo entre titulados de los estados miembros de la Unión Europea y pone su horizonte en la gestión de un sistema educativo alternativo al norteamericano basado en el éxito de un mercado europeo único de trabajo.

No cabe, sin embargo, fundamentar un cambio tan profundo en la orientación de la enseñanza universitaria sin tener en cuenta el papel de la formación superior en la urdimbre económica y social, contexto en el que la universidad se inserta. Toda reforma que se ejecute de espaldas a actores como los *Colegios Profesionales*, las *Cámaras de Comercio* u otras instancias administrativas y sociales, está abocada, si no a un fracaso inmediato, a no ser respuesta eficaz a las demandas sociales actuales.

Desde el año 1998, el conocido popularmente como *Proceso de Bolonia* está en marcha, dibujando un nuevo mapa universitario europeo. En el año 2008 el Parlamento y el Consejo Europeos recomendaron a los estados miembros que, en la medida de lo posible, circunscribieran sus titulaciones en el entorno *Marco Europeo de Cualificaciónes para el Aprendizaje Permanente*. Dicha estructura establece ocho niveles de cualificación y define las metas que deben ser alcanzadas en cada una de ellas considerando los conocimientos, las destrezas y las competencias. En

esta misma recomendación se insta a los estados miembros a aprobar su propio sistema nacional de cualificaciones. En el nivel de Educación Superior dicho marco está desarrollado en el RD 1027/2011 por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior [1]. La norma establece 4 niveles conforme a lo expresado en la Tabla 1.

	Niveles	Cualificaciones
1	Técnico Superior	Técnico Superior de Formación Profesional. Técnico Superior de Artes Plásticas y Diseño. Técnico Deportivo Superior.
2	Grado	Título de Graduado. Título de Graduado de las enseñanzas artísticas superiores
3	Máster	Título de Máster universitario. Título de Máster en Enseñanzas Artísticas.
4	Doctor	Título de Doctor

Tabla 1: Niveles y cualificaciones establecidos en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior. Fuente RD 1027/2011 [1].

El Desarrollo normativo para los niveles 2, 3 y 4, correspondientes a las enseñanzas universitarias, está regulado por sucesivos Reales Decretos [2,3,4]. Con una unidad básica denominada Crédito ECTS, se entiende que la carga docente viene definida en función del trabajo del estudiante e integra como adquiribles los conocimientos, las ac-

titudes y las habilidades. Los Reales Decretos a los que aludimos establecen una estructura de Grado con una duración de 240 ECTS. Estaduración se corresponde con el extremo superior de la horquilla propuesta por la Unión Europea en la Declaración de Bergen que proponía una formación de grado entre 180 y 240 ECTS. La duración de los estudios de Máster en España oscila entre los 60 y 120 ECTS. El título de Doctor, que constituye el máximo grado académico, ha sido objeto de una norma específica.

El primer Real Decreto [2] asignaba al Gobierno la tarea de establecer las condiciones a las que debían adecuarse los correspondientes planes de estudio para aquellos títulos que habiliten para

el ejercicio de actividades profesionales reguladas en España. El Consejo de Ministros acordó las profesiones reguladas que, en el ámbito de la Ingeniería, cumplían tal requisito. Entre estas profesiones se encontraba la profesión de Ingeniero Industrial [5]. Una resolución posterior del Ministerio de Ciencia e Innovación estableció las condiciones

Módulo	Número de créditos mínimo
Tecnologías Industriales	30
Gestión	15
Instalaciones, plantas y construcciones complementarias	15
Trabajo Fin de Máster	6

Tabla 2: Módulos y número de créditos mínimos de los módulos del Máster que habilita para la profesión de Ingeniero Industrial.

Fuente: Elaboración propia a partir de Orden CIN/311/2009 [6]

que deben cumplir las titulaciones universitarias que dan acceso a la profesión [6]. En dicha resolución se establece la denominación del título reservándola únicamente para aquellos estudios que cumplen esta Orden Ministerial. También se recogen los objetivos que se deben alcanzar, se regulan las condiciones de acceso al Máster, así como la planificación de las enseñanzas. En este último apartado establece que la duración total del Máster será menor o igual a 120 créditos, repartidos en una serie de módulos con una duración mínima (Tabla 2). Así mismo, también se exige la finalización de los estudios con defensa de un Trabajo Final de Máster, de duración de entre 6 y 30 créditos.

Las distintas universidades, en el ejercicio de su autonomía, han o están desarrollando los planes de estudios que permitirán el acceso a la profesión regulada de Ingeniero Industrial. Como quiera que el sistema de títulos actual es mucho más flexible que el anterior, pueden existir diferencias significativas entre las titulaciones propuestas, tanto en la estructuración de sus planes de estudio (entendidos estos como un listado de asignaturas de curso obligatorio) como en la propia orientación competencial de los itinerarios.

La formación puramente teórica es cosa del pasado. La Universidad y el nuevo escenario educativo requieren incluir la experiencia de la calle en las aulas [7,8]. Esto es fácilmente entendible desde el paradigma comprensivo del Conocimiento Didáctico del Contenido [9] y debe ser tenido en cuenta

para el diseño de un eventual plan de estudios.

El objetivo principal de este trabajo consiste en analizar las propuestas de planes de estudios verificados por alguna de las Agencias de Evaluación y Acreditación a la fecha de su redacción, con el fin de detectar semejanzas y diferencias entre los títulos acreditados. Con ello se facilitará información a los profesionales del sector y se razonarán y justificarán mecanismos para la participación en el diseño e implementación de dichos planes de estudio de acuerdo a corrientes actuales de diseño de currículum formativo.

2. MATERIALES Y METODOS

Se han analizado 31 titulaciones del Máster en Ingeniería Industrial ofertadas por las correspondientes universidades. Se trata de todas las titulaciones que, según el buscador de títulos de la Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad (ANECA) [10], cuentan con un informe favorable de verificación con fecha (31/07/2014). De estas titulaciones, 24 se encuentran inscritas en el Registro de Universidades, Centro y Títulos (RUCT) en la misma fecha [11].

De todas las Universidades participantes en el estudio 23 (74%) son universidades públicas y 8 (26%) son universidades privadas. Actualmente 37 universidades imparten el título de Ingeniero Industrial según la legislación a extinguir, lo que indica que el estudio abarca una muestra suficientemente sig-

nificativa, de un 83% de cobertura del actual mapa del título.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. INGRESO

La orden Ministerial CIN/311/2009[6], modificada por sentencia judicial, establece dos vías para acceder al Máster:

- 1) Se asigna también el acceso directo al Graduado que cuente con la formación básica y la formación común a la rama industrial establecida por la Orden Ministerial, que regula los Grados que dan acceso a la Ingeniería Técnica Industrial y cuente con al menos 48 créditos de Tecnologías Específicas de las distintas especialidades: Mecánica, Electrónica Industrial y Automática, Eléctrica y Química. De facto, podrían acceder por esta vía aquellos graduados procedentes de títulos que habiliten para la profesión regulada por ley de Ingeniero Técnico Industrial.
- 2) Podrán acceder de igual forma al Máster otros Graduados, sin perjuicio de que se establezcan complementos de formación para los mismos.

La normativa que regula el acceso a los estudios universitarios a las titulaciones adaptadas al EEES permite no obstante a las Universidades seleccionar a sus estudiantes, pudiendo poner criterios más restrictivos a los arriba referidos[2]. En vista de la posible dispersión que pudiera aparecer en los títulos, la Conferencia de Directores de Ingeniería Industrial e Ingeniería Técnica Industrial aprobaron un documento marco para el Diseño del Máster en Ingeniería Industrial. En dicho documento, se establecía la necesidad de que los estudiantes cursaran entre el Grado y el Máster 180 ECTS correspondientes a materias básicas, comunes a la rama industrial y materias específicas correspondiendo dichas asignaturas al menos a 3 bloques de tecnologías específicas con una carga mínima de 6 ECTS. Los directores recomiendan de igual modo que al menos 24 ECTS correspondan a

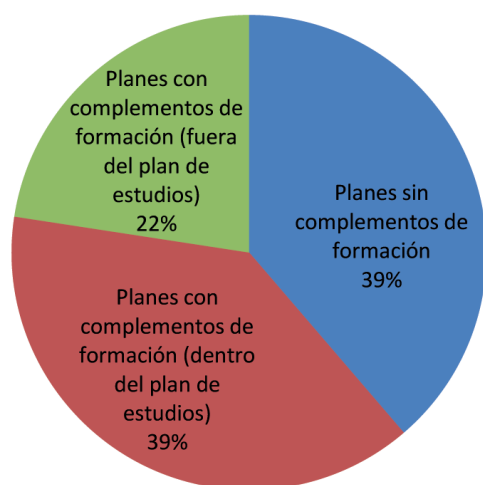


Figura 1: Condiciones de acceso para titulados de tecnologías específicas.

Fuente: Elaboración propia

Matemáticas, incluida la Estadística, y 12 ECTS a Física, que exista una intensificación de al menos 24 ECTS entre Grado y Máster y que la duración conjunta de los Trabajos Fin de Titulación de Grado y de Máster sea superior a 24 ECTS.

El problema que se presenta a la hora de diseñar el plan de estudio del Máster de Ingeniería Industrial radica en que la formación de los estudiantes que a él acceden puede ser muy diversa. Para ello, los Directores establecen los tres perfiles que se han mencionado anteriormente: el perfil A, correspondiente al estudiante que ha cursado el grado en Tecnologías Industriales; un perfil B, relacionado con Grados Especialistas entre los aceptados por la Orden Ministerial y que deberían cursar los complementos de formación bien en el desarrollo del Máster o bien fuera de él; y finalmente un perfil C, que se corresponde con titulaciones relacionadas con la Ingeniería Industrial no están recogidas en la orden ministerial. En este caso último caso, el Plan de Estudios deberá recoger el o los mecanismos para añadir los complementos de formación necesarios, de tal forma que tras cursar el Grado y Máster el estudiante adquiera la totalidad de las competencias que se le exigen a un titulado en Ingeniería Industrial. Es preciso que, a pesar de una formación previa diferente, todos los egresados acrediten el desarrollo efectivo de competencias (incluidas las profesionales) que les capaciten para el ejercicio de la profesión. Estas competencias, como se verá en el apartado 3.3, no pueden ser el fruto de un análisis ajeno a la realidad social, sino que deben emanar de lo que, socialmente, se requiere de un ingeniero.

El acceso para los perfiles A y C está claramente definido con los criterios anteriores. Por todo ello, analizaremos en este trabajo el acceso para los estudiantes que tienen un perfil B, es decir, que proceden de Grados conforme a la Orden Ministerial que regula la profesión de Ingeniería Técnica Industrial. Esta vía de acceso es evidentemente la que puede presentar mayor disparidad entre las diferentes universidades españolas.

De todos los Planes de Estudio comparados, 12 de ellos no establecen ningún complemento de formación y 19 están diseñados con dichos complementos, bien dentro del plan de estudios (12

casos) o bien fuera del mismo (7 casos). Para aquellos Planes que establecen complementos de formación dentro del Plan de Estudios, estos se desarrollarán en formato de optativas en función del Grado de procedencia del estudiante. Conforme a lo establecido en la ley, cuando los complementos de formación se encuentren dentro del plan deben ser cursados por todos los estudiantes y no se podrán reconocer a partir de los Estudios de Grado [2, 3]. Las Universidades, en estos casos, deberán plantear una alternativa para aquellos estudiantes que ya hayan adquirido y/o demostrado tales competencias.

3.2. ADAPTACIÓN, TRANSFERENCIA, RECONOCIMIENTO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL EN LOS NUEVOS PLANES

Con el objeto de favorecer la movilidad de los estudiantes, el RD 861/2010 [3] define *reconocimiento* como “la aceptación por una universidad de los créditos que, habiendo sido obtenidos en unas enseñanzas oficiales, en la misma u otra universidad, son computados en otras distintas a efectos de la obtención de un título oficial”. Del mismo modo establece que la experiencia laboral y profesional podrá ser reconocida siempre que la misma esté relacionada de forma inherente a los créditos que pretenden convalidarse. El límite de esta práctica se sitúa en un porcentaje de créditos que debe ser inferior 15% del total del plan de estudios.

Por *transferencia* entendemos el reconocimiento efectivo de la totalidad de los estudios cursados con carácter previo al desarrollo de la titulación y que no han conducido a la obtención de un título oficial. En este sentido, el Real Decreto establece que no podrá ser objeto de reconocimiento el Trabajo Fin de Máster y que las memorias de verificación deberán incluir los criterios que se van a utilizar en estos aspectos.

La mayor parte de las universidades (13) permiten el reconocimiento del máximo de los créditos posibles por ley (15% de los créditos del Plan de Estudios), 4 universidades explicitan en su Plan de Estudio que no reconocerán créditos por experiencia profesional, 8 universidades proponen un porcentaje intermedio entre el 0-15%. Se debe

indicar que en 6 de los Planes de Estudio no se expresa de forma manifiesta cuál será el porcentaje de créditos que podrán ser convalidados a través de la experiencia profesional.

Otra de las oportunidades que posibilita el RD 861/2010 es la convalidación por estudios propios de las universidades siempre que éstos hayan sido sustituidos por un Plan de Estudios oficial. Según la información de la que se dispone, tan solo 5 universidades han aceptado tal posibilidad recogiendo específicamente en su Plan de Estudios.

Estas alternativas formativas se deben entender no solo como ideas más o menos acertadas en el diseño de un Plan de Estudios, sino sobre todo en la línea de una corriente didáctica que tiene que ver con la integración de los diferentes ámbitos de influencia en los que están insertos tanto los estudiantes como sujetos sociales y futuros profesionales, como los docentes, bien sean pura y simplemente académicos, o profesionales del sector que aportan su *know how* como saber aplicado en un espacio universitario, de manera que los estudiantes experimentan un modo eficaz, procesual y realista del ejercicio profesional. Estas necesidades pedagógicas se ha puesto de manifiesto hace mucho tiempo desde algunos de los expertos más reconocidos de la enseñanza de la ingeniería [12]. El análisis desde esta perspectiva se vuelve claramente interesante y vaticina un eficaz entrenamiento para el mundo laboral de los estudiantes de Ingeniería. Es lo que se va a plantear en el próximo apartado.

3.3. DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC) DESDE LA INTERVENCIÓN DE PROFESIONALES EN ACTIVO

Los estudios de Ingeniería están constituidos fundamentalmente por materias asociadas a las Ciencias y a la Tecnología. En este sentido, el paradigma vigente que regularía su eficaz aprendizaje, y que de alguna manera quedaría representado de modo más o menos explícito en los Planes de Estudio sería el marco del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) enfocado a la enseñanza de las ciencias.

Todo Plan de Estudios responde a una pregunta clave: ¿qué debe saber un

Ingeniero Industrial? Pero si esta cuestión está centrada en el estudiante, existe otra igualmente relevante que atañe al docente de la Ingeniería: ¿qué debe enseñar un buen profesor? Cada uno de los 31 Planes de Estudio analizados constituye, en sí mismo, una respuesta a la primera pregunta. Para el segundo interrogante debemos recurrir a trabajos centrados en la didáctica de las ciencias y la tecnología, que muchas veces provienen del ámbito puramente científico. Por ejemplo, la británica Real Sociedad de Química asevera en 2004 que “*los mejores profesores [de ciencias] son aquellos especialistas en el conocimiento de la materia que, además, expresan pasión y entusiasmo por aquello que enseñan*” (traducción propia a partir de [13]). Al hablar de Ingeniería Industrial, este modo de enseñar no se construye únicamente a la adecuada implementación de metodologías docentes, sino sobre todo a la integración de las necesidades reales del empleador en la formación de futuros profesionales. Y, a nuestro juicio, uno de los modos más interesantes de hacerlo es implicando a profesionales del sector en activo que intervengan en los procesos educativos de los estudiantes.

En efecto, el CDC como marco de referencia en la enseñanza de las ciencias y la tecnología y ha sido objeto de múltiples discusiones en los últimos tiempos. De manera muy resumida, se puede decir que el paradigma de enseñanza del CDC se puede sintetizar en la siguiente afirmación: “Una enseñanza de las ciencias y la tecnología eficaz tiene en cuenta no sólo el conocimiento explícito de la materia que enseñar

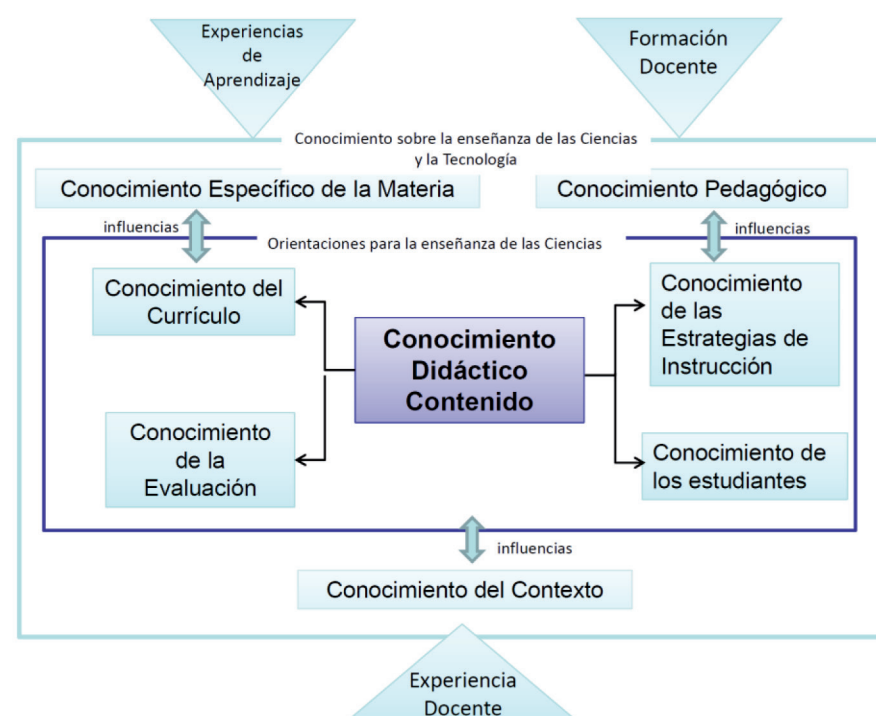


Figura 3: La interacción de las Tres Esferas en el marco del CDC. Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de Friedrichsen y col. [14]

(primera esfera), sino también el cómo enseñarla (segunda esfera) y a quién enseñarla (tercera esfera)”. En ella se definen las Tres Esferas del CDC [14] que se pueden visualizar en la Figura 2.

No cabe duda que asumir este marco de comprensión para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería y de todas las disciplinas asociadas a las ciencias y a la tecnología puede dar lugar a derivadas sobre el ejercicio docente muy ricas y complejas, como las que se expresan en la Figura 3. Destacamos,

sin ánimo de desarrollar en exceso estas ideas, pues puede escapar al horizonte del presente trabajo, la importancia asignada al conocimiento y manejo del contexto (en nuestro caso, de la realidad demandada por empleadores y, en última instancia, necesidades de la sociedad en la que se inscribe la Universidad formadora de futuros ingenieros) y las experiencias de aprendizaje previas que haya tenido en profesorado.

Si se enfocan estos dos centros de interés del ejercicio docente, es más que evidente la idoneidad y pertinencia de la participación de profesionales de la ingeniería en las plantillas docentes de los centros encargados de formar ingenieros. A este respecto, estos pueden aportar no solo la experiencia profesional en tanto que necesidades reales del mercado que se pueden anticipar y dar respuesta en etapas de formación, sino también la propia vivencia de autoaprendizaje basado en resolución de situaciones reales una vez se está ejerciendo la profesión (*Experiencia de Aprendizaje* en la Figura 3).

Por otra parte, la expresión visible de la necesidad social a la que responde la ingeniería se debe buscar en el ejercicio profesional de los ingenieros en el momento actual. Estos son los que, de

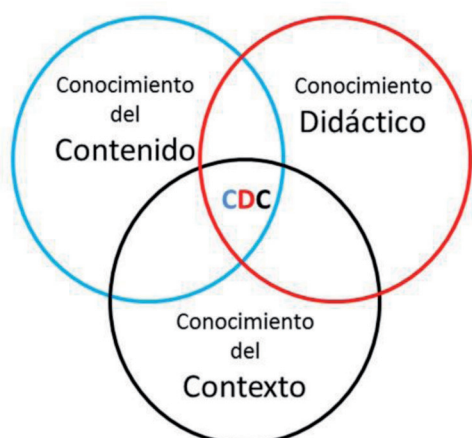


Figura 2: Esquema básico de las tres pilares del Conocimiento Didáctico del Contenido. Fuente: Elaboración propia

un modo privilegiado, pueden llevar a las aulas universitarias el *Conocimiento* real, actualizado y vigente *del Contexto* del que habla también la Figura 3.

A partir de estas evidencias desde el ámbito de la Didáctica de las Ciencias y la Tecnología, no podemos más que recomendar la puesta en valor de los profesores Asociados, que en el marco de la Universidad Española representan estas capacidades, a pesar de que muchas veces se ha devaluado por ser una figura contractual a tiempo parcial.

4.CONCLUSIONES

La implantación de titulaciones en el EEES ha modificado el mecanismo de acceso a la profesión regulada de Ingeniería Industrial. La actual normativa ofrece una mayor libertad a las instituciones universitarias para el diseño e implantación de los planes de estudios lo cual permite una mayor diferencia entre las titulaciones ofertadas en el estado español. Esta diferencia se manifiesta de forma específica en el mecanismo de acceso a la titulación de Máster, en la estructura del plan de estudios, en el reconocimiento y transferencia y en otros aspectos de relevancia. Las memorias de verificación analizadas demuestran tal diferencia.

La implantación de los estudios de Máster en Ingeniería Industrial irá unida al despliegue de un Sistema de Garantía Interno de Calidad que permita cumplir los objetivos del plan de estudios y por tanto que éste pueda ser acreditado. El nuevo sistema favorece la participación de los profesionales del mundo de la ingeniería tanto en el diseño como en los sistemas de evaluación de los nuevos títulos universitarios, una práctica que se alinea con las últimas tendencias de la enseñanza-aprendizaje de la ingeniería.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio de Orientación y Formación Docente de la Universidad de Extremadura la financiación del Proyecto de Innovación Docente en su convocatoria para acciones para la consolidación del Espacio Europeo de Educación Superior en su convocatoria 13-14.

El Dr. Sánchez-Martín agradece al Ministerio de Economía y Competitividad la financiación parcial de este trabajo a cargo del Proyecto de Investigación EDU2012-34140 y al Grupo de Investigación DEPROFE de la Universidad de Extremadura.

DOCUMENTACIÓN ADICIONAL

En el siguiente enlace se puede consultar los títulos estudiados:

http://www.revistadyna.com/documentos/pdfs/_adic/7304_1.pdf



PARA SABER MÁS

- [1] España. Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el marco español de cualificaciones para la Educación Superior. *Boletín Oficial del Estado*, de 3 de agosto de 2011, núm. 185, p. 87912.
- [2] España. Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín Oficial del Estado*, de 30 de octubre de 2007, núm. 260, p. 44037.
- [3] España. Real Decreto 861/2010, de 2 de Julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre de 2007, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín Oficial del Estado*, de 3 de julio de 2010, núm. 161, p. 58454.
- [4] España. Real Decreto 543/2013, de 12 de julio, por el que se modifican los Reales Decretos 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales; 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado; y 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas. *Boletín Oficial del Estado*, de 13 de julio de 2010, núm. 167, p. 52159.
- [5] España. Resolución, de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se publica el acuerdo de Consejo de Ministros, por el que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de ingeniero. *Boletín Oficial del Estado*, de 29 de enero de 2009, núm. 25, p. 9885.
- [6] España. Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de ingeniero industrial. *Boletín Oficial del Estado*, de 18 de Febrero de 2009, núm. 42, p. 17187.
- [7] Zamora-Polo F, Román-Suero S, Sánchez-Martín, J. "From efficiency to sustainability. Training responsible engineers in the new educational scene". *DYNA*, 2010. Vol. 85-7 p.575-580. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/3856>
- [8] Román-Suero S, Sánchez-Martín J, Zamora-Polo, F. "Opportunities given by final degree dissertations inside the EHEA to enhance ethical learning in technical education". *European Journal of Engineering Education*, 2013. Vol. 38-2. p 149-158. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2012.755498>
- [9] Kind V. "Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress". *Studies in Science Education*, 2009. Vol. 45-2. p. 169-204. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03057260903142285>
- [10] ANECA. *Buscador de títulos* 2014. Disponible en web: <http://srv.aneca.es/ListadoTítulos/>. [Consulta 25 de noviembre de 2014]
- [11] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. *Registro de universidades, centros y títulos*, 2014. Disponible en web :<https://www.educacion.gob.es/ruct/home>. [Consulta 25 de noviembre de 2014]
- [12] Felder R.K., Silverman L.M. "Learning and Teaching Styles in Engineering Education". *Engineering Education*, 1988. Vol. 78-7, p. 674-681.
- [13] Royal Society of Chemistry. "Who Teaches our Children Chemistry?". *Policy Bulletin* [on line], 2004. Disponible en web: www.rsc.org/images/Science%20Policy%20Bulletin%203_tcm18-53129.pdf. [Consulta 25 de noviembre de 2014]
- [14] Friedrichsen PJ, Abell, SK, Pareja, EM et al. "Does teaching experience matter? Examining biology teachers' Prior knowledge for teaching in an alternative certification program". *Journal of Research in Science Teaching*, 2009. Vol. 46-4. p.357-383. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20283>