

¿Para qué empresas son útiles las herramientas para la mejora de la calidad?

Frederic Marimon¹, Martí Casadesús², Iñaki Heras³

¹ Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Internacional de Cataluña. Inmaculada, 22, 08017 Barcelona. fmarimon@cir.uic.es

² Escuela Politécnica. Universidad de Girona. Campus Montilivi, 17071 Girona. marti.casadesus@udg.edu

³ E.U.E. Empresariales. Universidad del País Vasco, Plaza Oñati, 1, 20018 San Sebastián. oephesai@sc.ehu.es

Palabras clave: Herramientas de mejora de la calidad; Modelos y sistemas de gestión de calidad; ISO 9001:2000; EFQM

1. Resumen

El objetivo del presente artículo es evaluar el impacto de las herramientas para la gestión de la calidad en la competitividad de las organizaciones, en función de si han adoptado prácticas relacionadas con la gestión de la calidad conforme al estándar ISO 9001:2000 o según el modelo EFQM.

Para ello se ha llevado a cabo una encuesta a 107 evaluadores de modelos de gestión de la calidad. De los resultados obtenidos se observa que las organizaciones con sistemas de gestión de la calidad basados en la norma ISO 9001:2000 utilizan mayoritariamente herramientas de propósito “general”, diseñadas para el análisis de su situación y para extraer propuestas de mejora; lo que tiene un impacto relativamente positivo en su competitividad. Por otra parte, las organizaciones que adoptan el modelo EFQM utilizan herramientas más especializadas y focalizadas, lo que les lleva a una mejora notable en aspectos más concretos de su capacidad competitiva

La clasificación detectada en cuanto a herramientas de mejora de la calidad, permitirá a organizaciones escoger aquellas más efectivas en función de su estrategia de calidad.

2. Introducción

Bunney y Dale (1997) sostienen que se observa una secuencia de etapas en el uso de herramientas de mejora de la calidad; de forma que las organizaciones tienden a usar herramientas “superiores”, o, mejor dicho, más complejas, en la medida que la empresa avanza en su camino hacia la calidad total. Handfield *et al.* (1999) recogen una extensa revisión bibliográfica de trabajos que analizan el resultado del uso de diferentes técnicas de calidad. Si embargo, no se observa todavía la existencia de ningún análisis global en el que se contemplen estas herramientas como instrumento de implantación de una determinada estrategia de calidad. Tampoco se ha detectado ningún intento de estudiar el impacto de dichas herramientas en función del sistema o modelo de calidad implantado en la empresa.

3. Objetivo

El objetivo del presente artículo consiste en responder a las siguientes preguntas: ¿Hasta qué punto la utilización de herramientas de mejora de la calidad incide realmente sobre la capacidad competitiva de las empresas? Dicho de otra forma, ¿está relacionada la forma en la

que se implementan o se utilizan las herramientas de mejora de la calidad con la mejora de la competitividad de las empresas?

En este sentido, y partiendo del hecho de que las organizaciones implicadas en la llamada “cultura de la calidad” en Europa, han optado por dos grandes paradigmas de referencia, concretamente el de la norma ISO 9001:2000 y el del modelo de la *European Foundation for Quality Management* (EFQM), entendemos que puede resultar de especial interés analizar la cuestión planteada tomándose en consideración la utilización de uno u otro.

De esta forma, en la presente investigación se analiza de qué forma el uso de las herramientas de mejora de la calidad incide en la mejora de la competitividad de las organizaciones, tanto las que han desplegado un sistema de calidad basado en ISO 9001:2000, como los que lo han hecho guiándose con el modelo EFQM. En aras de una mayor precisión metodológica, dicho objetivo se explicita en dos hipótesis de trabajo:

H₁: En las organizaciones que utilizan el estándar de referencia ISO 9001:2000, la utilización de herramientas de mejora de la calidad incrementa su competitividad global.

H₂: En las organizaciones que utilizan el modelo de referencia EFQM, la utilización de herramientas de mejora de la calidad incrementa su competitividad global.

4. Herramientas de mejora de la calidad

Históricamente han aparecido diferentes herramientas y métodos relacionados con la gestión de la calidad, que con el objetivo de facilitar su comprensión e implementación, se han agrupado en función de distintos criterios. Sin duda, las llamadas siete herramientas de control de calidad, aportadas por Ishikawa (1985), fue la primera agrupación y la más popular, pero no la única, pues han sido muchas otras las agrupaciones propuestas en la literatura *practitioner* y académica (ver Juran y Gryna, 1988; Besterfield *et al.*, 1999; Dale *et al.*, 2007). De hecho Greene (1993) llega a describir hasta 98 herramientas, que dicho autor agrupa en función de los objetivos que las empresas se marcan.

La implantación de dichas herramientas para la mejora de la calidad en todo tipo de sectores ha sido ampliamente estudiada, en la mayor parte de las ocasiones con base en la utilización de la metodología cualitativa de investigación. De hecho son muchos los estudios detectados en la literatura, que se han basado en el análisis de un único caso. Cabe referirse por ejemplo al estudio de Adams y Dale (2001) en empresas manufactureras, Cleary (1997) en el sector educativo, Jackson (2001) y Murray (2003) en el sector sanitario e incluso en su uso en situaciones cotidianas como analizan Bamford y Greatbanks (2005). Por su parte, Tari y Sabater (2004), a partir de un estudio empírico en el que contaron con la participación de 106 empresas españolas, analizan la relación entre el uso de herramientas propias de TQM y el grado mismo de implantación de TQM, comprobando que las empresas con mayor grado de implantación muestran mayor interés por el uso de herramientas de calidad. Ninguno de los estudios detectados analiza hasta qué punto dicho impacto difiere en las organizaciones que implantan ISO 9001:2000 y las que adoptan el modelo de referencia EFQM, objetivo de la presente investigación.

5. Trabajo de campo

Con el objetivo de responder a las hipótesis planteadas, se planificó la realización de un estudio empírico cuantitativo. En concreto, se llevó a cabo una encuesta dirigida a las empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco. La encuesta no fue enviada a la alta dirección de las empresas o a los directores de calidad de las mismas, como suele ser habitual, sino a los evaluadores EFQM de las mismas. Este trabajo de campo se realizó entre febrero y abril de 2007. La encuesta fue enviada a un total de 264 de evaluadores EFQM de la

Comunidad Autónoma del País Vasco. Debe tenerse en cuenta que se eligieron sólo a aquellos que habían realizado como mínimo una evaluación externa en 2006, además de realizar un posterior filtrado por sector. En total fueron 107 las respuestas válidas obtenidas, lo cual corresponde a una tasa de respuesta de un 40,53%, una tasa muy aceptable para este tipo de estudios.

En la encuesta se analizaba, por una parte, la visión general que los evaluadores tenían sobre la incidencia de ISO 9001:2000 y EFQM en la competitividad de la región, así como el grado de utilización de herramientas de mejora de la calidad, y su impacto en la competitividad de la organización de procedencia del evaluador. Para ello se diseñó un listado de las herramientas de mejora de la calidad a partir de las aportadas por Tarí y Sabater (2004), Casadesús *et al.*, (2005) y Dale *et al.* (2007).

Por lo que hace referencia a los indicadores para medir la capacidad competitiva de las organizaciones, se han utilizado los que habitualmente se han propuesto en la literatura académica relacionada con el impacto de la gestión de la calidad en el *performance* de las empresas (ver: Hendricks y Singhal, 1997; Anderson *et al.*, 1999).

6. Resultados empíricos

Los resultados empíricos obtenidos describen en qué medida la utilización de las herramientas de mejora de la calidad en las organizaciones impactan en la competitividad de las organizaciones dependiendo de si utilizan un sistema de gestión de la calidad basados en la ISO 9001:2000 o en el modelo EFQM.

6.1. Utilización de las herramientas de mejora de la calidad

Tras un análisis descriptivo del uso de herramientas se observa claramente el distinto grado de utilización de un grupo de herramientas respecto a otro. En concreto, aquellas que requieren de un nivel superior de conocimiento se utilizan bastante menos, encontrándose en este grupo las técnicas más *duras*, cuantitativas o de tipo estadístico (e.g. control estadístico de proceso o 6σ). En cambio, por otro lado, las técnicas más *blandas* o cualitativas, que podríamos denominar de “recogida de opinión” (e.g. encuestas o grupos de mejora) son claramente las más difundidas. Para comprobarlo se efectuó un análisis factorial exploratorio utilizando el método de componentes principales, con rotación varimax y con extracción de los factores con autovalores superiores a la unidad (criterio *Kaiser*). Tanto el índice KMO = .847 como la prueba de esfericidad de *Barlett* auguraban unos buenos resultados. Efectivamente, el análisis realizado capturó el 60.89% de la varianza con cuatro factores, si bien el último factor arrojaban un autovalor muy próximo a la unidad. Además, varias herramientas cargaban sobre varios factores y de forma similar, por lo que se aplicó posteriormente los criterios de depuración de escala de John y Reve (1982) pasando a un segundo análisis factorial. Los resultados de dicho análisis, formado por tres únicos factores, se muestran en la tabla 1.

	Factores		
	F1	F2	F3
Mecanismos “Poka yoke”	.848		
Análisis modal de fallos y efectos	.797		
Diagramas de Pareto	.709	.331	
Control de los costes de calidad	.690		.372
Diagramas de causa-efecto	.653	.438	
Control estadístico de procesos	.632		
Seis sigma	.610		
Grupos de mejora		.727	
Gestión por procesos		.678	
Benchmarking	.306	.671	
Encuestas de satisfacción a la plantilla		.620	.340
Sistema de sugerencias		.605	
Metodología 5S	.333	.502	
Auditorías internas			.771
Encuestas de satisfacción de clientes		.408	.604
Hojas y gráficos de control	.439		.504
Diagramas de flujos		.393	.466
<i>Autovalor</i>	<i>5.997</i>	<i>1.909</i>	<i>1.375</i>

Fuente: elaboración propia.

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

^a La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

Tabla 1. Cargas de las variables sobre los tres factores “uso de herramientas de calidad” ^(a)

Los dos primeros factores, a los que hemos nombrado “Herramientas cuantitativas” (F1) y “Herramientas de grupo” (F2), coinciden plenamente con el análisis descriptivo realizado en primer lugar, con lo que se confirma dicha percepción: existen claramente dos agrupaciones de técnicas según su tipología. Ahora bien, se detecta también un tercer factor, si bien es más confuso, ya que tres de las cuatro variables que lo integran cargan simultáneamente sobre dos factores. Dicho factor podría denominarse “Herramientas de control” (F3), al estar constituido por “Auditorías internas”, “Encuestas de satisfacción a clientes”, “Hojas y gráficos de control” y “Diagramas de flujos”. Después del análisis de las propiedades psicométricas de los tres factores se observa un nivel aceptable de los criterios usualmente utilizados para evaluar la fiabilidad (según Hair *et al.*, 1998) para F1 y F2. En efecto, el valor de la alfa de *Cronbach* en ambos casos supera el 0.7, normalmente considerado como el valor de corte de consistencia interna (Nunnally y Bernstein, 1994). Sin embargo, como la alfa de *Cronbach* del tercer factor no superó el *cut-off* de .7.

Una propuesta de nomenclatura alternativa sería la de denominar a estos dos grupos de herramientas “*soft*” y “*hard*”, en función de su dificultad de implementación. Las herramientas “*soft*” las formarían mayoritariamente aquellas incluidas en el segundo grupo, siendo aquellas que no requieren de infraestructura, excesiva inversión inicial, ni otros condicionantes para su implantación, por lo que los resultados pueden surgir a corto plazo. Paralelamente, las herramientas agrupadas en el primer factor –herramientas cuantitativas–, denominado “*hard*”, requiere de unos conocimientos bastante superiores, con lo que la implementación es generalmente más costosa debido por ejemplo a las mayores necesidades formativas.

6.2. Capacidad competitiva

El grado de impacto de los sistemas de calidad sobre la capacidad competitiva de la empresa se ha medido a través de doce indicadores, que se han definido conforme al estudio de los indicadores más habitualmente utilizados en la literatura académica que ha tratado este tema (ver punto cuarto de este artículo). Cada uno de ellos se ha medido por partida doble: para medir el efecto producido si la organización ha implementado un sistema de calidad basado en el estándar ISO 9001:2000 o en el modelo de gestión EFQM. La tabla 2 muestra los valores de estos *ítems*, en una escala de 1 a 5. La tabla incluye también el test de diferencia de medias de todos los indicadores.

Indicador	Estándar ISO 9001	Modelo EFQM	Diferencia de media	t-valor
Mejora de la calidad de productos/servicios	3.53	3.38	.180	1.10
Rentabilidad de la empresa	2.63	3.59	-1.05	-5.97 (*)
Productividad	2.91	3.34	-.52	-3.57 (*)
Relación precio/coste del producto	2.50	2.86	-.37	-2.21 (*)
Crecimiento de las ventas	2.74	3.01	-.38	-2.00 (*)
Mejora de los márgenes comerciales	2.30	2.92	-.74	-4.28 (*)
Crecimiento de la cuota de mercado	2.65	3.01	-.42	-2.09 (*)
Crecimiento de la capacidad exportadora	2.42	2.70	-.37	-2.03 (*)
Mejora de la imagen externa	3.59	3.87	-.52	-2.60 (*)
Mejora de la formación del personal	3.19	3.73	-.75	-4.67 (*)
Mayor utilización de consultores externos	2.26	3.20	-.90	-6.22 (*)
Incorporación de nuevo personal cualificado	2.41	2.65	-.40	-2.49 (*)

Fuente: elaboración propia.

Nota: (*) significativo a nivel .05

Tabla 2. Indicadores de capacidad competitiva

Se observa, por tanto, que existen diferencias significativas en todos los casos, excepto en el primero. De esta forma, se puede afirmar que, desde el punto de vista de los evaluadores, el impacto producido sobre la competitividad es distinto si el sistema usado está basado en los estándares ISO 9001:2000 o en el modelo EFQM. Y no únicamente diferente, sino que además, se observa que el impacto producido cuando se adopta el modelo EFQM es superior.

Para analizar los posibles factores de capacidad competitiva que genera la adopción de de la gestión de la calidad (basándose en el estándar ISO 9001:2000 o en el modelo EFQM) se procedió de forma análoga al análisis realizado con las herramientas. Tres factores con autovalor superior a la unidad capturaron el 65.31% de la varianza muestral.

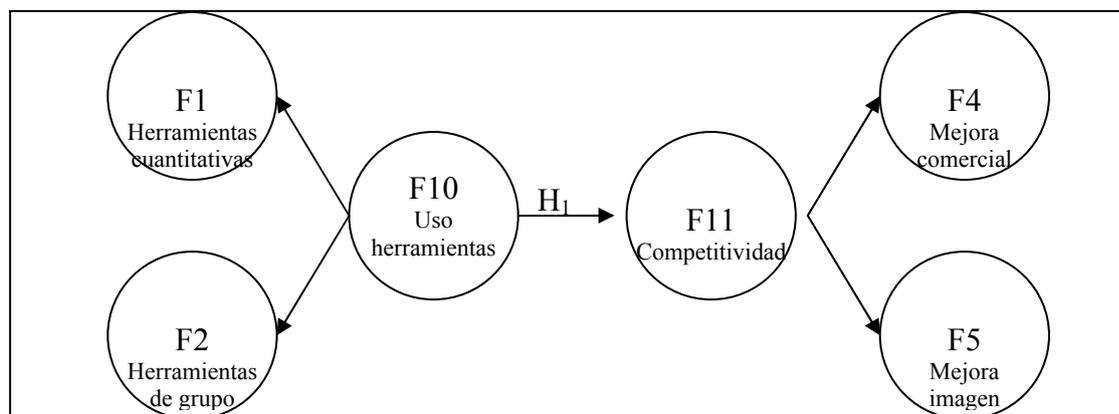
El análisis sugiere tres factores. El primero de ellos (F4) engloba aquellos indicadores que demuestran una mejora en la capacidad competitiva desde el punto de vista comercial, por lo que se ha etiquetado como “Mejora comercial”. Aplicando los mismos criterios de depuración de escala que en el análisis de herramientas de mejora de la calidad, los *ítems* “productividad” y “crecimiento de la capacidad exportadora” se han eliminado. El segundo factor (F5) no es conceptualmente tan claro: podría denominarse “Mejora de la imagen externa”, mientras que el último sí es bastante nítido y explica la “Incorporación de conocimiento externo” (F6).

De forma paralela, se realizó el mismo análisis para los mismos ítems cuando se toma como base el modelo EFQM para implementar el sistema de calidad. En este caso el índice KMO es de .855, y otra vez tres factores capturan el 77.93% de la variabilidad. En este caso, el primer factor mide la “eficiencia global” (F7). El segundo (F8), muy similar al primero del análisis anterior (F4) de forma que lo hemos nombrado igual, está relacionado con la “mejora comercial”. De hecho, ambos comparten cuatro de los cinco ítems que los definen: “Crecimiento de las ventas”, “Mejora de los márgenes comerciales”, “Crecimiento de la cuota de mercado” y “Crecimiento de la capacidad exportadora”. También aquí, al igual que en el

anterior análisis, el último factor (F9) indica la “incorporación de conocimiento externo”. Éste hace referencia a la capacidad de la organización para atraer talento y conocimiento del exterior, contratando personal cualificado, formando al personal o contratando servicios de consultoría. El posterior análisis de fiabilidad de las seis subescalas relacionadas con la competitividad, es superado por todos los factores con la excepción de F6.

7. Modelo explicativo del impacto de las herramientas de la calidad en ISO 9001:2000

Con el objetivo de dar respuesta a la primera de las hipótesis planteadas: hasta qué punto el uso de herramientas de calidad favorece la competitividad de aquellas organizaciones que sustentan su sistema de calidad en la normativa ISO 9001:2000, en el presente apartado se plantea un modelo explicativo. El análisis de dicho modelo, presentado en la figura 1, permitirá, tras el análisis de medida de las subescalas ya realizado, aceptar o rechazar las hipótesis iniciales planteadas.



Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Modelo explicativo del impacto de las herramientas de la calidad en ISO 9001:2000

El modelo se ha construido a partir de los constructos detectados en el análisis descriptivo previo. De esta forma, el constructo (F10) “Uso de métodos y herramientas de calidad” refleja otras dos variables latentes de primer nivel: uno mide el uso de herramientas de tipo estadístico (F1) y el otro el uso de herramientas de calidad que facilitan la recogida de información de los distintos grupos de la empresa (F2). Las herramientas que se han agrupado en “*soft*” y “*hard*”. Por su parte, otro constructo, también de segundo orden, mide el nivel de competitividad global de la empresa (F11), cuyas variables latentes de primer orden son: Competitividad comercial (F4) y competitividad expresada en mejora de imagen (F5).

A partir de dicho modelo se realizó un análisis confirmatorio del modelo que muestra la figura 1, mediante un software especializado en modelos de ecuaciones estructurales (EQS). Debido al tamaño de la muestra se utilizó el método robusto de máxima verosimilitud. Los estadísticos de ajuste resultaron suficientemente buenos como para extraer conclusiones. Ello indica que posiblemente con una muestra superior se obtendría un ajuste muy satisfactorio del modelo presentado. En todo caso, en el análisis realizado se obtuvo una chi-cuadrado de Satorra-Bentler de 219.9 con 182 grados de libertad y un *p-valor* asociado de .02877; el índice de ajuste comparativo (CFI) fue .927, compatible con el nivel recomendado por Byrne (1994). Por otra parte, todas las cargas del modelo de medida (modelo exterior) resultaron altas; sólo una variable carga por debajo de 0.5 sobre su factor. De esta forma los coeficientes del modelo interior con su correspondiente estadístico se muestran en la tabla 3.

Paso	Coefficiente	t-valor
F10 Uso herramientas → F1 Herramientas cuantitativas (“hard”)	.243	6.391 (*)
F10 Uso herramientas → F2 Herramientas de grupo (“soft”)	.157	6.129 (*)
F11 Competitividad → F4 Mejora comercial	.119	4.447 (*)
F11 Competitividad → F5 Mejora de imagen	.616	2.034 (*)
F10 Uso herramientas → F11 Competitividad	.147	.996

Fuente: elaboración propia.
 (*) significativo a nivel .05

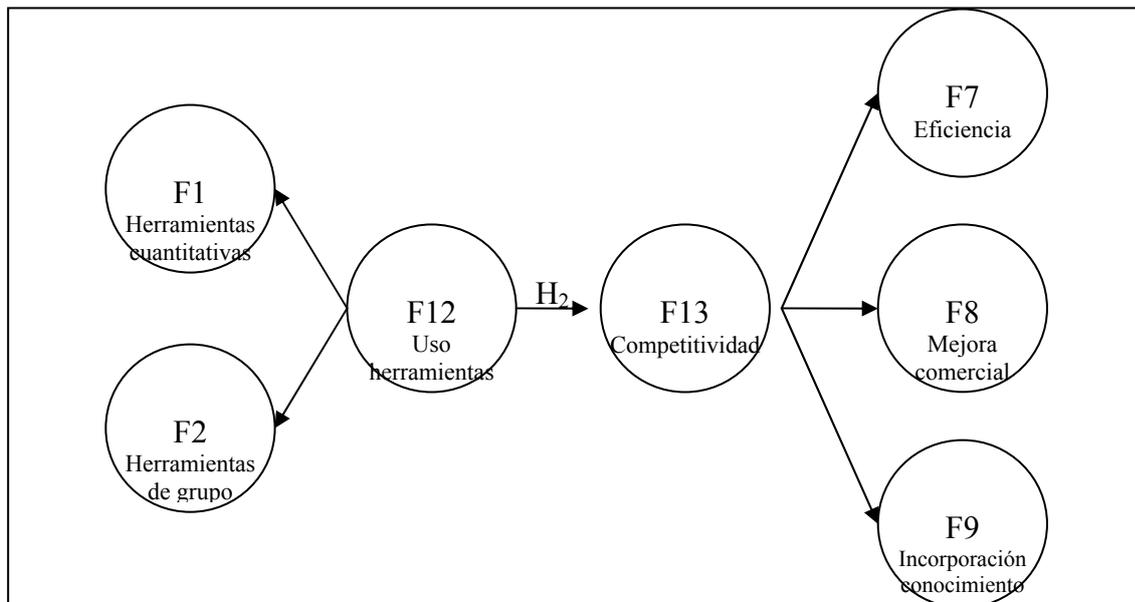
Tabla 3. Análisis confirmatorio del modelo basado en el estándar ISO 9001:2000

Si bien todos los pasos de segundo orden son significativos, se observa que no se ha detectado una relación significativa entre el uso de herramientas y métodos de calidad con el incremento de la capacidad competitiva de la empresa cuando ésta basa su sistema de calidad en normativa ISO 9001:2000. Por tanto, debe rechazarse la primera hipótesis, con lo que no se puede afirmar que un mayor grado en el uso de herramientas implica un aumento global de competitividad en la organización.

Llegados a este punto, se ha afinado el análisis para estudiar si alguno de los grupos de herramientas de calidad incide directamente en alguno de los factores de competitividad. Para ello se ha recurrido a otra técnica de resolución de modelos de ecuaciones estructurales denominada *Partial Least Squares* (PLS). El análisis llega a la siguiente conclusión respecto a la hipótesis 1: en aquellas organizaciones que se está utilizando la norma ISO 9001:2000 como estándar para desplegar su sistema de gestión de la calidad, el uso de las herramientas de calidad de tipo “soft” mejoran su competitividad, tanto desde el punto de vista comercial, como desde el punto de vista de mejora de su imagen.

8. Modelo explicativo del impacto de las herramientas de calidad en el modelo EFQM

De forma análoga al análisis del apartado anterior, se analiza el modelo de la figura 2 en el que subyace la segunda hipótesis de este trabajo: en las organizaciones que construyen su modelo de calidad siguiendo el modelo de gestión EFQM, el uso de herramientas de mejora de la calidad incrementa su competitividad global.



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Modelo explicativo del impacto de las herramientas de calidad en el modelo EFQM

El análisis confirmatorio del modelo 2 también se realizó mediante el método robusto y de máxima verosimilitud. Debido al tamaño de la muestra podría esperarse que los estadísticos de ajuste quizás no resultaran del todo satisfactorios: chi-cuadrado de Satorra-Bentler = 367.72, con 267 grados de libertad y un *p-valor* asociado de .00001, CFI = .791 y un intervalo de confianza del 90% de RMSEA entre .073 y .118. Por otro lado, todas las cargas del modelo de medida (modelo exterior) resultaron altas, con únicamente una variable que carga por debajo de 0.5 sobre su factor. Así pues, el análisis que se haga a partir de aquí debe tener en cuenta las limitaciones de ajuste mencionadas, de forma que sirva de prospección o exploración de posibles relaciones entre variables. Los coeficientes del modelo con su correspondiente estadístico se muestran en la tabla 4.

Paso	Coefficiente	t-valor
F12 Uso herramientas → F1 Cuantitativas	.721	2.047 (*)
F12 Uso herramientas → F2 De grupo	.114	7.975 (*)
F13 Competitividad → F7 Eficiencia	.333	3.168 (*)
F13 Competitividad → F8 Mejora comercial	.326	2.994 (*)
F13 Competitividad → F9 Incorporación conocimiento externo	.344	2.504 (*)
F12 Uso herramientas → F13 Competitividad	.087	8.966 (*)

Fuente: elaboración propia.

(*) significativo a nivel .05

Tabla 4. Análisis confirmatorio del modelo basado en el modelo EFQM

Es interesante observar que el estadístico que mide la significación del coeficiente que relaciona el constructo “Uso de herramientas” con “Competitividad” es significativo, aunque el valor del coeficiente es bastante bajo. De esta forma, el modelo permite afirmar que la implantación de herramientas de calidad repercute en un aumento en el nivel competitivo, aunque con poca contribución. Esta es una diferencia clara respecto al primer modelo, donde el *t-valor* análogo estaba lejos de ser significativo. Por tanto la hipótesis 2 queda confirmada, con la observación comentada acerca del ajuste del modelo.

También aquí se procedió a un análisis análogo al modelo anterior utilizando técnicas PLS. Las variables independientes eran las mismas que en el anterior caso, si bien en este caso aparecen tres variables dependientes. Los r^2 de los tres factores de competitividad son bajos: entre .04 y .08. A modo de resumen, se puede afirmar que si bien el modelo explica poco la variabilidad de los tres constructos de competitividad, se detecta que las organizaciones que han adoptado el modelo EFQM, las herramientas de tipo cuantitativo ayudan a mejorar la competitividad considerada tanto desde el punto de vista de su eficiencia como de competitividad comercial. Éstas son justamente las herramientas que no tenían influencia en el anterior caso, es decir, en las empresas con ISO 9001:2000.

Todo ello confirma que mientras que a ISO 9001:2000 se le asocian, mayoritariamente, herramientas “*soft*” o de extracción de información grupal, sin que se constatare un impacto significativo en su competitividad, en el caso del modelo EFQM sí parece constatarse una mejora sustancial de su competitividad.

9. Conclusiones

De la investigación realizada en organizaciones que han implementado la gestión de la calidad según el estándar ISO 9001:2000 y/o el modelo EFQM, se detectan dos agrupaciones de herramientas de calidad. Por un lado las de tipo cuantitativo, que hemos denominado “*hard*”, caracterizadas por requerir de unos conocimientos previos para su aplicación, y focalizarse su utilización en tareas u objetivos concretos; y por otro lado se agrupan las herramientas de propósito más general, con menos requisitos previos, pero que necesitan de

una puesta en común del conocimiento de las personas con el fin de generar ideas de mejora. Son las que hemos denominado herramientas de tipo “*soft*”.

Las herramientas de tipo “*hard*” son bastante menos usadas que el resto, posiblemente debido a que requieren un mayor grado de conocimiento en la organización. Ahora bien, son precisamente estas herramientas las que permiten a las organizaciones lograr un mayor grado de competitividad. Concretamente, se constata que el uso de herramientas y metodologías como 6σ , el control estadístico de procesos y AMFE, entre otros, tienen un impacto muy positivo en la competitividad comercial. Estos resultados confirman las suposiciones de Bunney y Dale (1997) en el estudio basado en un único caso empírico.

Para el caso de ISO 9001:2000 el uso de herramientas de calidad apenas les ayuda a mejorar su competitividad. Sin embargo, se observa que ISO 9001:2000 se asocia a una utilización más intensiva de las herramientas que hemos denominado “*soft*”. Además, el análisis aporta indicios para afirmar que precisamente el uso de estas herramientas “*soft*” impacta en la mejora de los resultados desde el punto de vista comercial.

De esta forma podemos concluir que el enfoque a la gestión de la calidad que se utiliza condiciona el tipo de herramientas que se utilizan. Así pues, coincidimos con Greene (1993) y Tarí y Sabater (2004), al afirmar que la situación particular de cada empresa en cada momento requiere unas herramientas determinadas. Una misma organización, en un estadio superior en su camino hacia la calidad total empleará otras herramientas más evolucionadas, que les permitirán un mayor impacto y más focalizado en su competitividad. En efecto, en fases avanzadas, la organización puede decidir qué herramienta usará para incidir en un aspecto concreto de su competitividad. Por otra parte, cuando la organización está en su inicio en la gestión de la calidad total usará herramientas sencillas, que no requieren gran conocimiento, que son de propósito general, no focalizadas a problemas o situaciones particulares. Son herramientas que suelen dar buenos resultados para analizar y generar propuestas de mejora.

Referencias

- Adams, A.B.J., Dale, B.G. (2001): “The use of quality management tools and techniques: a study in plastic injection moulding manufacture”. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B, Journal of Engineering Manufacture, Vol. 215, No. 6, págs. 847-855.
- Anderson, S.W., Daly, J.D., Johnson, M.F. (1999): “Why firms seek ISO 9000 certification: regulatory compliance or competitive advantage?”, Production & Operations Management, Vol. 8, No. 1, págs. 28-43.
- Bamford, D.R., Greatbanks, R.W. (2005): “The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations”, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 22, No. 4, págs. 376-392.
- Besterfield, D., Besterfield-Michna, C., Besterfield, G., Besterfield-Sacre, M. (1999): Total Quality Management. Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- Bunney, H., Dale, B. (1997): “The implementation of quality management tools and techniques: a study”, The TQM Magazine, Vol. 9, No. 3, págs. 183-189.
- Byrne, B. M. (1994): Structural equation modeling with EQS and EQS/Windows. Basic concepts. Applications and programming, Sage Publications Thousand Oaks, California, USA.
- Casadesús, M., Heras, I., Merino, J. (2005): Calidad práctica. Una guía para no perderse en el mundo de la calidad, Prentice Hall, Madrid, Spain.

- Cleary, B. (1997): "Promoting the use of quality management tools in the classroom", *Quality Progress*, Vol. 30, No. 5, págs. 8.
- Dale, B.G., van der Wiele, T., van Iwaarden, J. (2007): *Managing quality*, 5th edition, Blackwell Publishing, UK.
- Greene, R. (1993): *Global quality. A synthesis of the world's best management methods*, ASQC Quality Press, Milwaukee, USA.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C. (1998): *Multivariate data analysis*, 5th ed., Ed. Prentice Hall International, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Handfield, R., Jayaram, J., Ghosh, S. (1999): "An empirical examination of quality tool deployment patterns and their impact on performance", *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 6, págs. 1043-1426.
- He, Z., Staples, G., Ross, M., Court, I. (1996): "Fourteen Japanese quality tools in software process improvement", *The TQM Magazine*, Vol. 8, No. 4, págs. 40-44.
- Hendricks, K.B., Singhal, V.R. (1997): "Does Implementing an Effective TQM-Program Actually Improve Operating Performance? Empirical Evidence from Firms that have won Quality Awards", *Management Science*, Vol. 43, No.9, págs. 1.258-1.274.
- Ishikawa, K. (1985): *What is Total Quality Control? The Japanese way*, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Jackson, S. (2001): "Successfully implementing total quality management tools within healthcare: what are the key actions?", *International Journal of Health Care Quality Assurance*, Vol. 14, No. 4, págs. 157-163.
- John, G., Reve, T. (1982): "The reliability and validity of key informant data from Dyadic relationship in marketing channels", *Journal of Marketing Research*, Vol. 19, págs. 517-524.
- Juran, J., Gryna, F. (1988): *Quality Control Handbook*, McGraw-Hill.
- Murray, P. (2003): "Applying quality management tools to medical photography services: a pilot project", *Journal of Audiovisual Media Med*, Vol. 26, No. 1, págs. 23-26.
- Nunnally, J.C., Bernstein, I. H. (1994): *Psychometric Theory*, McGraw-Hill, New York, USA.
- Tarí, J, Sabater, V. (2004): "Quality tools and techniques: are they necessary for quality management?", *International Journal of Production Economics*, Vol. 92, págs. 267-280.

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

Juan A. Marin-Garcia¹; Jose P. Garcia-Sabater¹, M^a Rosario Perello-Marin¹; Gabriel Ferrus-Clari¹

¹ ROGLE. Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera S/N 46021 Valencia. jamarin@omp.upv.es, jpgarcia@omp.upv.es, rperell @ upvnet.upv.es, gabfercl@etsii.upv.es.

Keywords: planes de estudio, ingeniero de organización, competencias.

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 y 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 y Rodríguez Monzonis, 2008; Villa Sánchez y Poblete, 2007).

El objetivo de esta comunicación 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., 2008a). 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). También queremos hacer explícitas las diferencias que observamos entre el título de Ingeniero de Organización y el de Ingeniero de Tecnologías Industriales. Otro de los aspectos que trataremos es el papel de las asignaturas básicas y comunes a la rama industrial en el título de Ingeniero de Organización. Utilizaremos para ello el despliegue de competencias en objetivos formativos como la interfase que facilite la propuesta asignatura. 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 (EBSCHO) 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 esta comunicación (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. Estos grupos de enfoque tenían como objetivo la definición de competencias importantes para la profesión de ingeniero de organización y articular las asignaturas que pueden 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 y 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 y 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 y 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 4 años (Maffioli y 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 y 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 instaura el sistema de transferencia de créditos europeos (ECTS) en el que 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 y 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 y Augusti, 2003). En teoría, estos sistemas no deberían limitarse a una comprobación de aspectos superficiales de la titulación, sino que debería 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 y 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 autoevaluación estructurada de los alumnos, portafolio de resultados de aprendizaje, perfiles de calificaciones individuales, registro de resultados o *Assessment Centres* (Maffioli y Augusti, 2003).

El proceso de acreditación, necesita que cada uno de los títulos indique qué perfil quieren formar, que 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 y 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 maque 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. Y, en aquellas titulaciones como la Ingeniería de Organización, que no tienen atribuciones reguladas por Colegios Profesionales, se deberían seguir las recomendaciones de la asociación ADINGOR. Además, es necesario ajustar el título a las necesidades que se requerirían para un profesional tipo que contraten 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., 2008b; Valero, 2009; Villa Sánchez y Poblete, 2007):

- Definir el perfil del profesional que se pretende formar.
- Enumerar las competencias y especificar en forma de objetivos formativos y resultados de aprendizaje
- Identificar módulos y materias, asignando objetivos formativos a asignaturas/materias.
- Secuenciar los módulos y materias en cursos y cuatrimestres.
- Dentro de cada asignatura:
 - 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.
 - Descripción precisa de los criterios de calidad. El uso de rúbricas ayudan a realizar una descripción específica y operativa.
 - Establecer los contenidos y metodología docente que permita de una manera eficaz y eficiente que los estudiantes puedan superar los criterios de calidad
- Establecer los criterios que se seguirán, a nivel de plan de estudios, que los estudiantes han logrado adquirir las competencias que se certifican.
- Completar los otros apartados que se especifiquen por Ley.

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 y EUR-ACE, 2007; ANECA, 2005). La otra visión, coincide con el *Management Engineering* de USA y Reino Unido, el *WirtshchaftIngenieur* de Alemania o la *Ingenieria Gestionale* de Italia y está más asociada con la gestión y administración de empresas (ABET y EUR-ACE, 2007; ANECA, 2005; Yannou y 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 esta comunicación está pensado para una universidad que va 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 y EUR-ACE, 2007; ANECA, 2005; Chen et al., 2005; Elsayed, 1999; Gallwey, 1992; Maffioli y Augusti, 2003; Mummolo, 2007; Ratchev et al., 2002; Salvendy, 2001; Womack y Jones, 1996; Zandin y 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, y 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., 2008b).

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

Tecnología empleada	Problemas que tratan	Población a la que sirven
<ul style="list-style-type: none"> • 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 ○ <i>Lean Office</i> • Herramientas de gestión de recursos humanos 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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

4.1. Diferenciación con el grado de Ingeniero en Tecnologías Industriales

Partiendo del hecho indudable 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. Poniendo otro ejemplo, el problema del mantenimiento para un Ingeniero de Organización implica encontrar formas de optimizar el tiempo productivo de las máquinas, mientras que para un Ingeniero Mecánico, consistiría en el diseño de piezas que reduzca el desgaste (Gallwey, 1992).

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 aparecerá 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 aparecían 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,	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	--	C05- Conocimientos para la	15

realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.		realización de mediciones, cálculos, valoraciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.	
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.	8. Capacidad para operar en equipos multidisciplinares y multiculturales. 7. Capacidad para comunicarse efectivamente.	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.

En las Tablas 3.a-3.g, procedemos a detallar las competencias del título, descomponiéndolas en los objetivos formativos de la titulación. Con el fin de ahorrar espacio, se ha incluido en la tabla 2 el código del objetivo formativo que está relacionado con cada competencia.

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 bivalente y multivalente 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,...)
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 inrerplanta o interempersa, 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

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	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	Compromiso social, ético y medioambiental para el desarrollo de soluciones ingenieriles o arquitectónicas 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 las 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	Disposición de 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 aptitud 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

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	Conceptos básicos de contabilidad y finanzas. Interpretación de 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
45	Capacidad para el asesoramiento y consultoría de actividades en el ámbito de la gestión de empresas y gestión de operaciones.
48	Medir y comparar el rendimiento de la empresa seleccionando los indicadores adecuados

Tabla 3.c Objetivos formativos de las competencias específicas. Estrategia y administración de empresas.

28	Formular problemas, modelizarlos, resolverlos y/o simular procesos. Optimizar procesos usando los algoritmos o procedimientos adecuados
29	Elegir la mejor organización del trabajo. Estudio del Trabajo
30	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	Gestión de 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.

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 e la empresa (CIM, MRPII, ERP, SCM, etc.)

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

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.

46	Realizar presentaciones de proyectos de mejora, innovaciones u ofertas comerciales a 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	Capacidad de cuestionarlo todo, incluso las prácticas tradicionales
51	Capacidad de adaptación 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, lo 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 esta comunicación no disponemos de espacio para ello, 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 actúan como guía de para la corrección. Es recomendable que los anclajes sean lo más objetivos posible para mejorar la fiabilidad de la rúbrica.

Referencias

ABET; EUR-ACE (2007). Criteria for accrediting engineering programs

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*, Vol. 28, n° 3, pp. 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*, Vol. 30, n° 2, pp. 191-202.

Elsayed, E. A. (1999). Industrial Engineering Education: A Prospective. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 24, n° 4, pp. 415-421.

Engwall, L. (2007). The anatomy of management education. *Scandinavian Journal of Management*, Vol. 23, n° 1, pp. 4-35.

Ferguson, C. (2006). Defining the Australian mechanical engineer. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 31, n° 4, pp. 471-485.

Fernández March, A. & Rodríguez Monzonis, C. (2008). Metodologías activas para la formación de competencias, 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, *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO*, pp. 931-940.

Gallwey, T. J. (1992). Europe Needs Industrial Engineering Degrees in Order to Enhance Its Competitiveness. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 17, n° 1, pp. 51-57.

Maffioli, F.; Augusti, G. (2003). Tuning engineering education into the European higher education orchestra. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 28, n° 3, pp. 251-273.

Marin-Garcia, J. A.; Garcia-Sabater, J. P.; Miralles Insa, C.; Rodríguez Villalobos, A.; Andrés Romano, C. (2008a). La Ingeniería de Organización en un entorno educativo globalizado: reflexiones y propuestas para la universidad española, *Approaches and Trends on Current Organization Engineering*, pp. 817-826. Universidad de Burgos.

Marin-Garcia, J. A.; Garcia-Sabater, J. P.; Miralles, C.; Rodríguez Villalobos, A. (2008b). Profile and competences of Spanish industrial engineers in the European Higher Education Area (EHEA). *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 1, n° 2, pp. 269-284.

Mummolo, G. (2007). The future for industrial engineers: education and research opportunities. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 32, n° 5, pp. 587-598.

Ratchev, S.; Blackwell, R.; Bonney, M. (2002). Design of an Industrial Management course: bringing together engineering and educational approaches. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 27, n° 1, pp. 113-129.

Salvendy, G. (2001). *Handbook of industrial Engineering. Technology and operations management* 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*, Vol. 32, n° 5, pp. 539-549.

Thompson, J. D. (1967). *Organizations in action* McGraw-Hill

Valero, M. (2009). Evaluación de competencias genéricas en ingenierías, Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad Politécnica de Valencia. (25 feb. 2009), Valencia,

Castelldefels-UPV

Vuelvo a hacerlo el 20090225.

Villa Sánchez, A.; Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas Universidad de Deusto

Womack, J. P.; Jones, D. T. (1996). Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation Simon & Schuster

Yannou, B.; Bigand, M. (2004). A curriculum of value creation and management in engineering. European Journal of Engineering Education, Vol. 29, nº. 3, pp. 355-366.

Zandin, K. B.; Maynard, H. B. (2005). Maynard: manual del ingeniero industrial MC-GRAW-HILL