

## **Adquisición de competencias en Trabajos Fin de Grado de carácter teórico y experimental en el Grado de Ingeniería Química**

Lucas-Yagüe, S\*, García-Cubero, M.T.\*, Coca-Sanz, M.\*, González-Benito, G.\*, Garrido-Casado, A.\*\*\*, Cartón-López, A.\*, Urueña-Alonso, M.A.\*, Villaverde-Gómez, S.\*

\* Escuela de Ingeniería Industriales, C/ Doctor Mergelina s/n, 47011-Valladolid., Universidad de Valladolid \*\*Instituto de Enseñanza Secundaria Emilio Ferrari, Valladolid

susana@iq.uva.es

### **RESUMEN**

El Trabajo Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería Química es una materia integradora de competencias transversales y específicas donde los estudiantes realizan un ejercicio original de naturaleza teórica o con una determinada componente experimental.

El objetivo del presente trabajo es comprobar si existen diferencias significativas en la adquisición de competencias genéricas y específicas entre los TFGs teóricos y aquellos de carácter experimental.

Para el estudio se han seleccionado dos TFGs basados en la misma temática “Obtención de biocombustibles líquidos a partir de subproductos industriales”. El primero “Evaluación técnico-económica de la producción de biocombustibles oxigenados a partir de subproductos industriales”, de naturaleza teórica, proporciona los resultados del modelado y simulación del proceso de obtención de biobutanol mediante fermentación ABE a partir de pulpa de remolacha. El segundo “Pretratamiento de ozonólisis de bagazo de caña”, incluye una parte experimental en la que se aborda la optimización de la etapa de ozonización en planta laboratorio y una parte teórica donde se realiza el escalado a planta piloto.

El estudio concluye que no existen diferencias apreciables en la adquisición de competencias específicas puesto que ambas modalidades de TFGs implican la elaboración de un proyecto propio de Ingeniería Química donde se integran todas las competencias específicas adquiridas en el Grado. Sin embargo, en lo referente a competencias transversales los TFGs con una componente experimental permiten una mejora significativa en la capacidad de organización y planificación del tiempo, en la capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica y en la capacidad para la creatividad y la innovación.

### **PALABRAS CLAVE**

TFG, Grado en Ingeniería Química, competencias transversales, competencias específicas

### **KEYWORDS**

Final Year Project Work, Chemical Engineering, Specific Skills, General Skills

## INTRODUCCIÓN

El Trabajo Fin de Grado (TFG) es una materia de extraordinaria importancia puesto que constituye un ejercicio de integración de los conocimientos y las capacidades adquiridas a lo largo de la titulación y una prueba de madurez.

En el Grado de Ingeniería Química la materia TFG tiene asignados 12 créditos, se ubica en el último cuatrimestre del plan de estudios y se configura como un ejercicio/proyecto original en el ámbito de la tecnología específica de la Ingeniería Química de naturaleza profesional pudiendo ser de carácter teórica o tener determinada componente experimental.

En la siguiente tabla se muestran las competencias específicas y genéricas que se pretenden desarrollar con la realización del TFG del Grado en Ingeniería Química (Tabla 1).

Tabla 1.

<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>
CE46. Trabajo Fin de Grado: Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de la tecnología específica de la Ingeniería Química de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.
<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS</b>
CG1. Capacidad de análisis y síntesis. CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo. CG3. Capacidad de expresión oral. CG4. Capacidad de expresión escrita. CG5. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma. CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica CG10. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos CG11. Capacidad para la creatividad y la innovación. CG15. Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos

Tabla 1. Competencias específicas y transversales del Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Química recogidas en la memoria Verifica del Título.

De la observación de la Tabla 1 se puede concluir que el listado de competencias transversales seleccionadas en el Grado de Ingeniería Química es coherente con las propuestas en el modelo Tuning (referente europeo) y otros modelos de universidades españolas (Valderrama, 2009), donde únicamente se ha matizado alguna competencia transversal y eliminado alguna otra porque se consideró poco relevante en el contexto de los actuales TFGs.

Según Paricio (2010), en el TFG se deben evaluar los resultados de aprendizaje globales de la titulación en términos de competencias. Esto supone evaluar de forma integradora tanto las competencias específicas como las transversales, pero teniendo cuenta que el TFG no puede representar el cajón de sastre en el que se incluyan y se evalúen todas las competencias específicas y transversales de todo un Grado. Para abordar el TFG con garantías de éxito se asume que la mayoría de las competencias específicas deben haber sido adquiridas a lo largo de los estudios. En el caso de las competencias transversales, la dificultad que supone el desarrollo y evaluación de las mismas lleva en ocasiones a pensar que éstas se trabajarán

y evaluarán en la materia de TFG, cuando realmente se deben ir desarrollando a lo largo de las diferentes asignaturas de la titulación y el en TFG, por su carácter finalista, sólo evaluar las competencias transversales en su nivel más alto.

La evaluación por competencias requiere instrumentos adecuados que permitan evaluar y puntuar el nivel de desarrollo y consecución de las competencias. En este sentido, las rúbricas constituyen la herramienta que ha recibido una mayor atención, tanto, desde el punto de vista teórico como práctico, dada su versatilidad y su potencialidad didáctica (Romero et al., 2011).

## DESARROLLO

### Objetivo

El objetivo global de este trabajo es comprobar si existen diferencias significativas en el nivel de desarrollo de competencias genéricas y específicas entre los TFGs del Grado en Ingeniería Química que se plantean de forma teórica y aquellos de carácter experimental.

Para cumplir con el objetivo global se plantean los siguientes objetivos parciales:

1. Seleccionar dos TFGs de la misma temática, pero uno de carácter teórico y el otro de carácter experimental
2. Evaluar el grado de desarrollo de las competencias transversales y específicas seleccionadas. Se elaborará unos cuestionarios específicos de evaluación de competencias además de la rúbrica de evaluación propia de la materia
3. Analizar los resultados obtenidos

### Planteamiento de la experiencia

En este estudio se han seleccionado dos TFGs basados en la misma temática “Obtención de biocombustibles líquidos a partir de subproductos industriales” con objeto de que las competencias específicas a desarrollar puedan ser comparables.

El primero *“Evaluación tecno-económica de la producción de biocombustibles oxigenados a partir de subproductos industriales”*, de naturaleza teórica, proporciona los resultados del modelado y simulación en estado estacionario del proceso de obtención de biobutanol mediante fermentación ABE a partir de pulpa de remolacha utilizando el software Aspen Plus®.

El segundo *“Pretratamiento de ozonólisis de bagazo de caña”*, que incluye una parte experimental importante, es un estudio del pretratamiento con ozono del bagazo de caña para la obtención de bioetanol. En el bloque experimental se aborda la optimización de la etapa de ozonización en planta laboratorio mediante un diseño de experimentos y en la parte teórica se realiza el escalado a una planta piloto junto con un estudio de viabilidad técnica, económica y medioambiental.

### Resultados y Conclusiones

Para la evaluación de competencias de los diferentes TFGs se dispone de dos instrumentos, los propios criterios de valoración de la asignatura y la evaluación de competencias a partir de unos cuestionarios de opinión cumplimentados por parte de los estudiantes y tutores implicados en la experiencia. Las tutorías de seguimiento del TFG constituyen también una herramienta adicional que permite al profesor analizar el grado de desarrollo de cada competencia en cada fase de elaboración del TFG.

La evaluación de la materia TFG del Grado en Ingeniería Química se basa en una defensa oral del trabajo realizado, que se presenta ante un tribunal designado específicamente para ello, y que evalúa las competencias adquiridas, conocimientos, capacidades y habilidades. Dicho tribunal dispone de una rúbrica de evaluación en la que se evaluará el valor científico/técnico del trabajo, la memoria técnica y la exposición y defensa.

En la Tabla 2 se muestra la rúbrica de evaluación utilizada en la evaluación del TFG del Grado en Ingeniería Química.

<b>BAREMO DE EVALUACIÓN</b>		<i>Calificación máxima (puntos)</i>
<b>Valor Científico/Técnico del Trabajo</b> <i>(máx. 6,5 puntos)</i>	Consecución de los objetivos	1,50
	Comprensión del Problema y Capacidad de Análisis	1,50
	Adecuación del Planteamiento /Método de Resolución	1,50
	Conocimiento del Tema	1,00
	Validez de los Resultados	1,00
<b>Memoria Técnica</b> <i>(máx. 2,0 puntos)</i>	Estructura del documento	0,50
	Revisión de fuentes y documentación	0,25
	Introducción y Conclusiones	0,50
	Calidad de la Presentación y Expresión Escrita	0,25
	Nivel Técnico del Documento	0,50
<b>Exposición y Defensa</b> <i>(máx. 1,5 puntos)</i>	Capacidad de Síntesis y Organización Exposición	0,50
	Expresión y Convicción en la Exposición	0,50
	Capacidad de Debate y Calidad de los Argumentos	0,50
<b>TOTAL</b>		<b>10,00</b>

Tabla 2. Rúbrica de evaluación del TFG del Grado en Ingeniería Química (común a todos los grados en Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid)

La puntuación final alcanzada en el TFG de tipo teórico fue de 10: Valor científico/técnico del trabajo (6.5 puntos), memoria técnica (2 puntos) y exposición y defensa (1.5 puntos). El TFG experimental obtuvo una puntuación global de 9.1: Valor científico/técnico del trabajo (6.2 puntos), memoria técnica (1.8 puntos) y exposición y defensa (1.1 puntos).

De estas puntuaciones es difícil sacar conclusiones significativas. Ambos trabajos tienen una excelente calidad técnica y científica y la memoria técnica es de calidad. La diferencia radica en el modo de exposición y defensa. El estudiante del TFG teórico hizo una mejor presentación oral y posterior defensa que la estudiante que presentó el TFG experimental. Esta diferencia no se puede atribuir únicamente a un diferente desarrollo de la competencia de expresión oral si no que interviene el propio comportamiento y actitud de los estudiantes ante una situación de exposición y defensa pública.

Por otra parte, se han elaborado unos cuestionarios de opinión que permiten al estudiante y al tutor valorar el grado de desarrollo de las competencias específicas y genéricas propias del Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Química y que aparecen recogidas en su memoria Verifica. Los resultados de estos cuestionarios de opinión, cumplimentados por los estudiantes y por los tutores se muestran en la Figura 1.

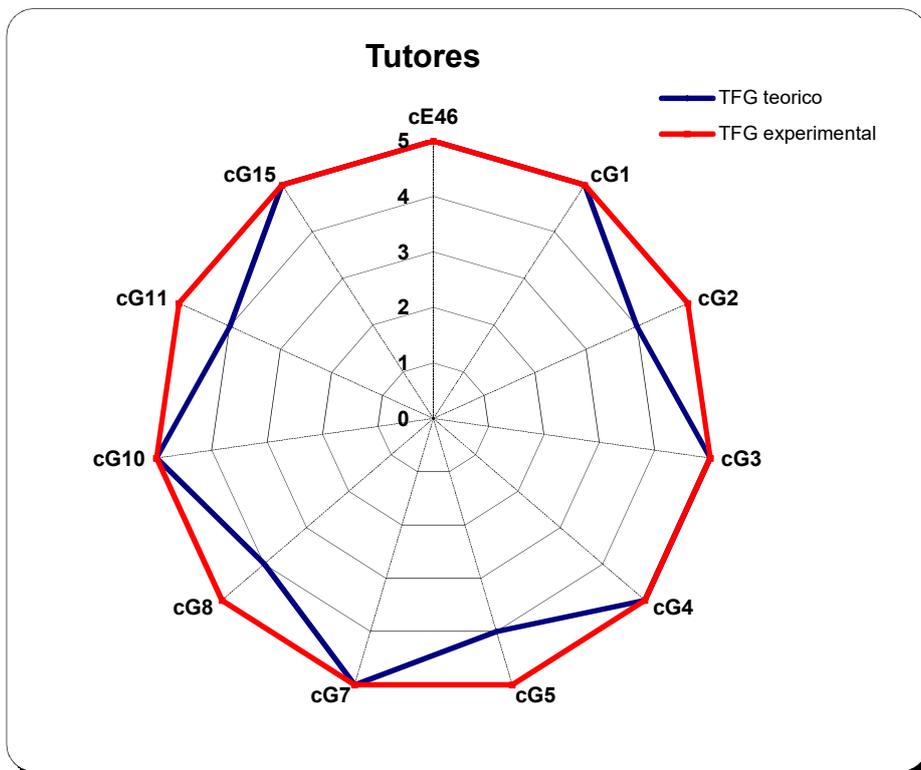
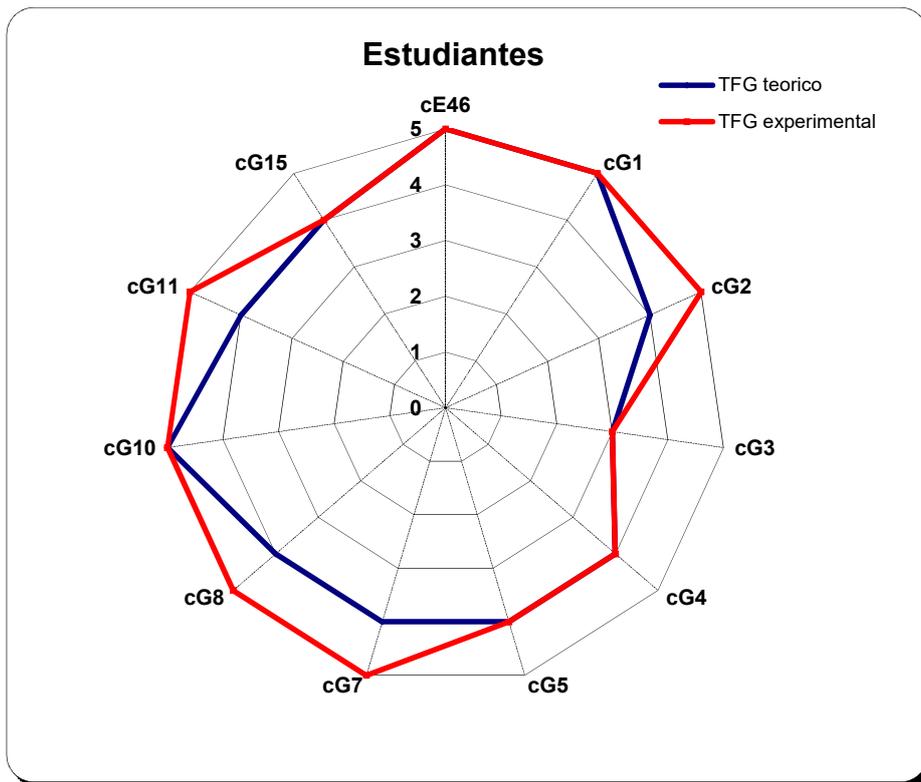


Figura 1. Resultados de los cuestionarios sobre evaluación de competencias de la materia TFG del Grado en Ingeniería Química (a) Valoraciones de los estudiantes (b) Valoraciones de los tutores.

Como se puede observar en la Figura 1, los estudiantes consideran que el TFG les ha permitido desarrollar en un nivel elevado todas las competencias específicas y transversales evaluadas (puntuación 4 o 5 sobre una escala de 5). Únicamente consideran que la capacidad de expresión oral (CG3) no la han mejorado de forma significativa a pesar de que el TFG lo deben exponer de forma oral y pública. Se aprecian diferencias en la valoración de determinadas competencias transversales. El estudiante que ha realizado el TFG de carácter experimental puntúa en mayor medida las competencias de capacidad de organización y planificación del tiempo (CG2), la capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico (CG7), la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica (CG8) y la capacidad para la creatividad y la innovación (CG11). Los estudiantes de ambas modalidades de TFGs coinciden en que la elaboración del proyecto les ha permitido integrar todas las competencias específicas adquiridas en el Grado.

El tutor por su parte aprecia diferencias en el nivel de adquisición de competencias transversales en ambos tipos de TFGs. Considera que los TFGs que incluyen una parte experimental les permite un mayor desarrollo de las competencias genéricas de capacidad de organización y planificación del tiempo (CG2), la capacidad de aprender y trabajar de forma autónoma (CG5), la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica (CG8) y la capacidad para la creatividad y la innovación (CG11). El trabajo en el laboratorio implica en muchas situaciones resolver problemas operacionales puntuales en los que es necesario tomar decisiones de forma rápida, autónoma y donde tienen cabida las soluciones ingeniosas, aprender a organizar el tiempo dedicado a cada experiencia y planificar experimentos, así como aplicar los conocimientos a la práctica. Desde su punto de vista el proyecto con una parte experimental resulta en su conjunto más completo para la formación en competencias transversales.

El estudio concluye que es difícil cuantificar el diferente grado de adquisición de competencias específicas puesto que ambas modalidades de TFGs, los teóricos y aquellos que incluyen una componente experimental, implican la elaboración de un proyecto en el ámbito de la Ingeniería Química de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran todas las competencias específicas adquiridas en las enseñanzas. Sin embargo, estudiantes y tutores coinciden que, en lo referente a competencias transversales los TFGs con una componente experimental permiten una mejora significativa de capacidad de organización y planificación del tiempo, en la capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica y en la capacidad para la creatividad y la innovación. Esta investigación aporta sólo una estimación del grado de desarrollo de competencias en TFGs de tipo teórico y experimental, pero se requeriría de una muestra poblacional de mayor tamaño para corroborar los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Paricio, J. (2010). El reto de institucionalizar la coordinación e integración docente. En J. Rué y L. Lodeiro (eds.), Equipos docentes y nuevas identidades académicas (p. 21-44). Madrid: Editorial Narcea.

Romero Ayuso, D. M., Corregidor Sánchez, A. I. y Polonio López, B. (2011). Tutorización y Evaluación del TFG: uso de rúbricas. Actas del VII Intercampus: Trabajos Fin de Grado y Master: la evaluación global, 227-232. Ed: UIE. Recuperado de [http://www.uclm.es/organos/vic\\_ordenacionacademica/uie/intercampus/intercampusVII/comunicaciones.asp](http://www.uclm.es/organos/vic_ordenacionacademica/uie/intercampus/intercampusVII/comunicaciones.asp).

Valderrama, E. (ed.) (2009). Guías para la evaluación de competencias en los trabajos de fin de grado y de máster en las ingenierías. Barcelona: AQU Catalunya. Recuperado de [http://www.aqu.cat/doc/doc\\_19718727\\_1.pdf](http://www.aqu.cat/doc/doc_19718727_1.pdf)