

Competencias en Trabajos Fin de Grado: Desarrollo y evaluación *Skills in end-of-degree project: Development and assessment*

Manuel Félix Ángel

Alberto Romero García

Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla.

Antonio Guerrero Conejo

Facultad de Química, Universidad de Sevilla.

Resumen

Desde la entrada de los nuevos títulos de Grado, se requiere la realización de Trabajos Fin de Grado (TFG) cuyo foco, según la especialización, puede tener un carácter teórico o práctico. En la experiencia presentada, los requisitos de la titulación exigen un trabajo eminentemente práctico por lo que los alumnos se encuentran una oportunidad inmejorable, no sólo de desarrollar las competencias propias de esta asignatura sino que también de poner en prácticas distintas competencias adquiridas a lo largo de su titulación. Este trabajo desarrolla una nueva metodología de trabajo, basada en la autonomía del estudiante y que, mediante un sistema de retroalimentación, permite la mejora continua.

Palabras clave: Desarrollo de competencias; Evaluación de competencias; Trabajo cooperativo; Trabajo fin de grado.

Abstract

Since the entry into force of new degrees, end-of-degree projects, whose goal could be theoretical or practical, is required to obtain a degree qualification. In this work, degree rules compel to carry out a highly practical proposal. Furthermore, pupils have a great opportunity not only for developing degree skills but also for implementing different acquired skills for their degree studies. This study develops a new work methodology, based on student autonomy, in which the continuing improvement is achieved through a feed-back system.

Keywords: Collaborative work; End-of-degree project; Skills assessment; Skills development.

1. NUEVAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA. ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (EEES)

Desde la introducción de los planes de estudio de los nuevos títulos de Grado, que cumplen con las exigencias de Bolonia, existen nuevos paradigmas en la Educación Superior abriendo un amplio abanico de posibilidades. Este hecho abre las puertas a modelos pedagógicos “experienciales” muy diversos permitiendo desarrollar métodos educativos con éxito, con la consiguiente construcción y aplicación de modelos pedagógicos consistentes. Este proceso se ha llevado a cabo mediante la revisión de programas docentes así como mediante el cambio, sustitución o adición de las asignaturas que componían los anteriores títulos. Por último no se puede olvidar la cualificación del profesorado, que mediante diferentes alternativas ha tenido la posibilidad de adaptarse a las nuevas exigencias que requiere la nueva Educación Superior (Ramos, Delgado, Afonso, Paulo, Cruchinho, & Sapeta, 2013).

30

El objetivo del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es armonizar la educación superior de los diferentes países de la Unión Europea. Para conseguir este hecho, los países que han acordado acogerse al EEES deben compartir las mismas directrices. Estas directrices han permitido, por ejemplo, la introducción del sistema de créditos europeo, una estructura de estudios universitarios de dos ciclos así como el aseguramiento de los sistemas de calidad en la educación superior (González, Arquero & Hassall, 2009). No obstante la adecuación a los planes de Bolonia, no sólo es una cuestión administrativa sino que se proponen cambios en la metodología de enseñanza auspiciada por el EEES, ya que este sistema promueve el sistema de aprendizaje basado en la adquisición de competencias, que se definen y se incorporan en todas las titulaciones y créditos. De esta forma, en los nuevos grados se introducen competencias tanto genéricas (comunes a cualquier título) como específicas (relacionadas con un determinado campo del saber), destacando aquellas que deben adquirir los futuros profesionales y que por tanto se deben trabajar en la Universidad (Aznar & Ull, 2009). Este proceso presenta dificultades tanto conceptuales como metodológicas y pone énfasis en el proceso de aprendizaje, animando a los estudiantes a tomar un papel mucho más activo en la enseñanza, siendo la labor del profesor la de guía en el proceso de aprendizaje (López, 2011). En este sentido, nuevas formas de enseñar son necesarias para que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico (Wals, 2011).

Los méritos atribuidos al sistema basado en competencia son diversos. Entre ellos pueden ser destacados la incorporación de la participación y autonomía de los estudiantes en su proceso de aprendizaje así como la orientación profesional que adquieren, desarrollando habilidades que le permiten adaptarse más fácilmente al mercado profesional, el cual está en un continuo cambio y que cada vez requiere más de personas que sean capaces de realizar diferentes tareas, en vez de recurrir a expertos en un determinado campo de conocimiento (Martínez & Carrasco 2006).

El sistema anglosajón tiene cierta tradición en la enseñanza basada en competencias, sin embargo esta metodología es relativamente nueva en la educación superior en países del sur y del este de Europa. El caso particular de España, la adaptación al EEES ha causado la mayor reforma universitaria, comenzando dicha reforma universitaria en 2001 con la aprobación de la ley orgánica de universidades 6/2001, la cual incorpora las directrices que marca el EEES en un sistema basado en competencias.

Este cambio en metodología de enseñanza ha supuesto el mayor cambio en la enseñanza universitaria, modificando el sistema que se había empleado tradicionalmente, basado en la transmisión de conocimientos a los estudiantes y en el cual los estudiantes tenían una actitud pasiva en el proceso de aprendizaje (De Miguel, 2006). Sin embargo, cabe destacar que aunque la regulación del sistema español de universidades promueva esta metodología, el éxito de la misma depende fuertemente de su adopción por parte de los profesores universitarios. Para ello, el profesorado debe tener la convicción personal de que esta metodología contribuirá a la mejora de la enseñanza, pese a que esto conlleve un cambio en el modo de concebir las clases e implique un esfuerzo importante.

Más allá de la adquisición de los conocimientos teóricos propios de una asignatura, se espera que los estudiantes desarrollen y mejoren sus competencias. Por ello, como consecuencia de esta nueva visión del sistema, la evaluación no debería estar basada únicamente al final del proceso, sino en un seguimiento continuo del alumno durante todo su proceso de aprendizaje, evaluando actividades tales como la participación en el aula, la presentación de proyectos o la resolución de casos prácticos (González et al., 2009).

La bibliografía relacionada con el aprendizaje basado en competencias es amplia. En la última década se han publicado numerosos artículos científicos

que analizan diversos aspectos relacionados con este sistema de aprendizaje. No obstante, existe escasa literatura relacionada con la implementación de esta metodología. Por tanto, se considera muy interesante diseñar modelos de aprendizajes basados en competencias puesto que, aunque se pueda diseñar un sistema ideal, la implementación podría llevarse a cabo de manera equivocada y el cambio de sistema se produciría en vano, siendo el impacto en la práctica docente nulo y, por tanto, no proporcionando los beneficios esperados (González, Arquero & Hassall, 2012). En este sentido, aparecen nuevas materias, como las Prácticas Externas y los Trabajos Fin de Grado (TFG), que permiten “evaluar los resultados de aprendizaje globales de la titulación en términos de competencias” (Paricio, 2010)

2. MODELOS DE APRENDIZAJE EN EL LABORATORIO

En la década de los 80 se escribieron las primeras publicaciones que sirvieron como modelo para interpretar la naturaleza del aprendizaje de la ciencia, siendo la referencia durante estas décadas el libro titulado “Piagetian theory” (Karplus, 1977). Varios estudios han mostrado que a menudo tanto los estudiantes como los profesores están preocupados con el tiempo que les requiere desarrollar las habilidades técnicas y manipulativas. Por ello, han sido muchos los autores que se han interesado por este hecho. Cabe destacar que para las enseñanzas técnicas el laboratorio es una herramienta indispensable, que aporta al alumno experiencias que difícilmente se pueden cubrir con clases en el aula. Entre los autores que se han preocupado por este hecho se encuentra Woolnough (1991). No obstante existen otros autores que tienen esa preocupación y se plantean cómo el laboratorio puede ayudar a la tarea de aprendizaje. Gunstone (1991) es partidario de usar el laboratorio para reestructurar el conocimiento de sus alumnos. Gunstone y Campagne (1990) sugirieron que el conocimiento en el laboratorio se construye verdaderamente si los alumnos tienen suficiente tiempo y oportunidades para interactuar y reflexionar. En este trabajo se afirma que los estudiantes, por lo general, no tienen tiempo u oportunidades para interactuar y reflexionar sobre ideas centrales y que por lo general en el laboratorio se desarrollan actividades técnicas que no le permiten expresar sus interpretaciones y creencias sobre la investigación que llevan a cabo. En otras palabras, afirma que los estudiantes, por lo general, tienen pocas oportunidades para actividades metacognitivas.

El modelo autoconstructivista sirve de guía para muchos educadores científicos que entienden la ciencia como un proceso continuo de aprendizaje. El aprendizaje es una actividad interpretativa, por lo que es un proceso interactivo. De hecho, cabe destacar la evidencia que mediante la simple observación de fenómenos y sistemas por sí solos no son suficientes para que los estudiantes construyan conceptos complejos de la comunidad científica (Hofstein & Lunetta, 2002). Por el contrario, los estudiantes construyen sus ideas comprendiendo otras ideas básicas de una serie de experiencias personales. En este caso, este sentido del crecimiento del conocimiento está contextualizado en que los estudiantes lo construyen resolviendo cuestiones o problemas singulares. Por otra parte, también se ha observado que las investigaciones en el laboratorio ofrecen oportunidades importantes para conectar conceptos científicos con discusiones teóricas que se llevan a cabo en clase y en los libros de texto.

3. EDUCACIÓN BASADA EN LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS

Puede observarse que en la última década hay una tendencia en el campo de la educación superior hacia la adquisición de conocimientos basados en la adquisición de competencias (Achtenhagen, 2001; Arguelles & Gonczi, 2000; Samuelowicz, 2001). Esta metodología está llamada a proveer a los estudiantes de conocimientos, habilidades y actitudes que les permita reconocer y resolver problemas complejos en su campo de estudio o en su futura labor profesional (Keen, 1992). Este tipo de educación está focalizada en la cuestión de aquello que se necesita enseñar y aprender en términos de conceptos y estructuras conceptuales, de tal modo que todo aquello que se postula a ser aprendido se hace desde el punto de vista de cómo puede aplicarse para la resolución de problemas complejos.

No obstante, el éxito de este tipo de aprendizaje depende fuertemente de los docentes, quienes tienen que pasar del aprendizaje basado en la transmisión de conocimientos a esta nueva metodología adoptando el rol de “coach” (Enkenberg, 2001; Samuelowicz, 2001). La creación de este tipo de tareas de aprendizaje ha significado uno de los mayores desafíos en la labor educativa en los últimos años. A todo ello hay que sumarle que en múltiples ocasiones los profesores no están bien equipados para desarrollar correctamente este tipo de metodología.

Sin embargo, las experiencias llevadas a cabo en este campo sugieren que los docentes en este tipo de sistemas prestan menos atención a la evaluación, surgiendo una problemática, pues cada estudiante necesita una evaluación final de las competencias desarrolladas. No obstante, desde que el análisis de competencias está considerado crucial para el desarrollo efectivo de las habilidades requeridas, se hace especial énfasis en el análisis de las tareas, lo cual podría ofrecer una solución al problema del seguimiento.

Algunas teorías contemporáneas se centran en tareas complejas como la fuerza conductora para el aprendizaje (Van Merriënboer & de Croock, 2002). Este tipo de tareas están basadas en el aprendizaje basado en la experiencia. Para que este tipo de aprendizaje sea exitoso, es necesario el empleo de tareas complejas que requieran el conocimiento de dominios complejos de conocimientos. Esto conduce a la formación de personas en expertos en tareas de cierta complejidad, coordinando e integrando habilidades constitutivas. Además, este hecho requiere a un alto grado de practicidad en el aprendizaje. Por lo tanto, el aprendizaje de estas estructuras complejas va más allá del aprendizaje coordinado de partes porque depende de la integración de habilidades, conocimientos y actitudes (Hoogveld, Paas & Jochems 2005).

34

En cuanto a la evaluación de las competencias, no es solo importante la retroalimentación entre profesores y alumnos sino entre profesores implicados en el Grado de manera que sirva de retroalimentación al proceso de enseñanza en los cursos anteriores.

4. CASO DE ESTUDIO

La experiencia llevada a cabo ha sido desarrollada en la asignatura de Trabajo Fin de Grado (TFG), forma parte del último curso de grado para alumnos que han estudiado el Grado en Química. Consta de 18 créditos ECTS en los que los alumnos deberán desarrollar un proyecto de investigación. Los alumnos deben desarrollar un trabajo eminentemente práctico (no están permitidos los trabajos bibliográficos), por lo que se debe desarrollar una investigación que puede ser novedosa. Para cursar la asignatura el alumno debe haber superado todas las asignaturas del módulo fundamental. Con este hecho, se asegura que el alumno al cursar esta asignatura ha adquirido las competencias de los cursos anteriores. Además, para la defensa de esta asignatura ante el tribunal correspondiente, debe haber aprobado todas las restantes asignaturas del Grado.

El primer paso, y no el menos importante, es el de la propuesta de los TFG. En el caso de estudio, es la propuesta de un título, que en este caso de estudio surge de una necesidad de la sociedad. Tras la propuesta del TFG, los alumnos eligen el que más se adecue a sus intereses, creándose una asignación de un TFG a cada alumno en función de méritos puramente académicos.

Tras la asignación del TFG, en conjunto con el alumno, se crea un equipo de investigación. Para cubrir las demandas de la sociedad se procede a la búsqueda de soluciones que pasa por la generación de un conocimiento científico y se materializa con la creación de un proyecto de investigación, el cual está encargado en desarrollarlo el equipo de investigación creado con anterioridad.

El objetivo es permitir al alumno desarrollar las competencias adquiridas durante su trayectoria académica así como marcar una evaluación del grado de adquisición de las mismas por parte del alumno que permita a los profesores implicados desarrollar y redefinir las actividades propuestas en las asignaturas del Trabajo Fin de Grado para mejorar el entrenamiento de las mismas. Todo esto no lleva más que a una mejora del proceso de formación siendo la evaluación de competencias el eje de retroalimentación del sistema. Evaluar las competencias que no han sido adquiridas correctamente durante los estudios de Grado permitirá redefinir algunas de las actividades desarrolladas y con ello la calidad de la enseñanza.

5. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

En la presente asignatura se pretenden trabajar algunas de las competencias presentadas en la Memoria de Verificación del título de Graduado en Química por la Universidad de Sevilla. Estas competencias son tantas competencias generales (transversales), ya desarrollas en otras asignaturas del Grado, como otras competencias específicas que se desarrollan únicamente en esta asignatura. Las competencias, identificadas con el código que aparecen en la memoria de verificación, trabajadas fueron:

- G1. Capacidad de análisis y síntesis.
- G2. Capacidad de organización y planificación.
- G5. Capacidad para la gestión de datos y la generación de información / conocimiento.

- G7. Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones y toma de decisiones.
- G8. Trabajo en equipo.
- G9. Razonamiento crítico.
- G10. Capacidad de aprendizaje autónomo para el desarrollo continuo profesional.
- E25. Capacidad para reconocer y llevar a cabo buenas prácticas en el trabajo científico.
- E26. Competencia para presentar, tanto en forma escrita como oral, material y argumentación científica a una audiencia especializada.

6. METODOLOGÍA SEGUIDA

36

Se inicia con la construcción de conocimiento desde la demanda de la sociedad, se continúa con el estado de la técnica y se finaliza destacando los aspectos más importantes a tener en cuenta para su consecución. Para todo esto se define un proyecto de investigación donde es necesario tener claro los objetivos y las actividades a desarrollar para la consecución de objetivos. Estas actividades quedan explícitas en un dossier de actividades donde participa tanto el alumno como los investigadores pertenecientes a la Universidad de Sevilla. Se crean una división de tareas y a cada uno de los miembros del equipo o subgrupos formados se le encomienda una o más tareas, repartiendo así el trabajo y las funciones a realizar. De esta forma el alumno desarrolla su actividad dentro de un grupo de trabajo. Cabe destacar que en esta primera división de tareas que se lleva a cabo en el equipo de investigación, el alumno queda integrado en un subgrupo formado por los tutores del TFG. De esta forma, aunque el alumno sea el responsable del desarrollo eficiente de su actividad, el desarrollo de dicha actividad será supervisada por los profesores responsables del alumno. Por otro lado, los otros miembros del grupo de investigación realizan otras tareas encaminadas a la elaboración de otros aspectos del proyecto.

Una vez constituidos los pilares básicos de la investigación, queda por estructurar el seguimiento del alumno. Este seguimiento se lleva a cabo programando un total de 6 seminarios a lo largo de la ejecución de todo el proyecto. La secuencia de seminarios queda distribuida en la siguiente manera:

- *Seminario 1.* Presentación del grupo y del equipamiento de I+D (training con algunos equipos).

En este seminario, el alumno toma un primer contacto con los distintos miembros del grupo de investigación. Este es un hecho fundamental, pues el alumno se convierte y se integra como un miembro más del grupo, con unas tareas asignadas.

Tras la primera toma de contacto con los distintos miembros del grupo de investigación, se pasa a la presentación y explicación de las diferentes técnicas de investigación necesarias para su tarea investigadora. Se le explica el uso y el manejo de los diferentes equipos que tendrá que utilizar en el devenir de la investigación que va a llevar a cabo.

- *Seminario 2.* Presentación del proyecto y planteamiento de diferentes alternativas para resolverlo (con ayuda del equipamiento disponible por el grupo de investigación). En este caso de estudio, el proyecto, tal como se deduce del título del proyecto "Bioplastic from rice husk protein", consiste en la preparación de bioplásticos a partir de las proteínas extraídas de la cáscara de arroz. Tras la presentación del proyecto, se plantan una serie de alternativas de resolución tras el estudio del estado de la técnica, las cuales vienen recogidas en la memoria del proyecto de investigación. Esta reunión se lleva a cabo tanto en la etapa inicial, comentada anteriormente, como en un subgrupo de investigación formado, tal como se indica con anterioridad, por el alumno y los dos profesores tutores del TFG. Finalmente tras esta reunión se constituye la línea de trabajo a desarrollar, programando los ensayos iniciales a realizar.

- *Seminario 3.* Interacción del alumno con los otros componentes del grupo de investigación y toma de decisiones por parte del alumno para la resolución del problema.

En este seminario se lleva a cabo una exposición de la línea de trabajo seguida, de los primeros resultados obtenidos así como se debate el trabajo de experimental a desarrollar a continuación. A su vez, el alumno participa activamente en las exposiciones de la labor realizadas por otros investigadores permitiendo interactuar con ellos y participando activamente en el desarrollo del proyecto. Por último, este último seminario sirve para retroalimentar la labor del alumno mediante la evaluación del trabajo realizado, se realizan pautas de mejora y se propone experimentación posible a realizar.

- *Seminario 4, 5 y 6.* Sesiones de seguimiento donde el alumno expone al resto del grupo las decisiones tomadas y los resultados finales obtenidos durante el desarrollo del trabajo.

En estos seminarios se produce la evaluación por parte de los profesores implicados del nivel de desarrollo de las competencias trabajadas en cada una de las etapas del proceso de aprendizaje.

Por otra parte, tras estos seminarios también se produce una retroalimentación con otros profesores implicados en la docencia del Grado de los resultados de la evaluación de las competencias con objeto de identificar carencias formativas así como la toma de decisiones en asignaturas de cursos anteriores donde se desarrollen estas competencias.

7. DESARROLLO DE COMPETENCIAS

A lo largo de todo el proceso de aprendizaje durante sus estudios de Grado el alumno desarrolla tanto competencias generales (transversales) como específicas. En la asignatura TFG se desarrollarán competencias que se consideran específicas para esta asignatura y otras que son transversales y que, pese a que se ha desarrollado a lo largo de los distintos cursos de la titulación, se continuarán desarrollando en la asignatura TFG:

38

Competencia G10 (capacidad de aprendizaje autónomo para el desarrollo continuo profesional): El desarrollo de esta competencia es una constante en todos los seminarios, el alumno desde el principio tiene la capacidad para tomar sus propias decisiones así como para desarrollar su trabajo de manera autónoma. Ésta es precisamente una de las claves de la metodología empleada ya que el alumno debe ser completamente autónomo. Para ello, aunque cuente con el apoyo de un grupo de trabajo, éste debe ser capaz de tomar sus propias decisiones aprovechando la experiencia adquirida a lo largo de la titulación.

Con el inicio de la línea de investigación se desarrolla la competencia E25 (capacidad para reconocer y llevar a cabo buenas prácticas en el trabajo científico). Esta competencia específica es fundamental para llevar a buen curso el trabajo científico, tanto en los inicios de la investigación (mediante la construcción del programa de investigación) como en el desarrollo de su actividad científico-práctica, pues los resultados experimentales obtenidos dependerán en gran medida de esta competencia.

Tras el inicio de la línea investigadora, es fundamental llevar a cabo una correcta investigación y, para tal fin, es necesario el desarrollo de la competencia G2 (capacidad de organización y planificación). Difícilmente se pueda llevar a cabo una buena tarea investigadora de forma autónoma, si no se es capaz de

organizar la investigación. Esta tarea engloba tanto a la planificación de los distintos ensayos a realizar así como al tratamiento y organización de datos generados, que al tratarse de una cantidad tan elevada, sin un correcto orden resulta complicado su correcto análisis. En este sentido, es de vital importancia la aplicación correcta de la competencia G9 (razonamiento crítico) para la toma de decisiones: Tanto para la selección de datos que presenten mayor interés, como para la correcta planificación del trabajo futuro.

En estos seminarios de desarrollo del proyecto (seminarios 3, 4, 5 y 6) se entrenan competencias relacionadas con la capacidad de análisis y síntesis (tras los primeros resultados) así como en la capacidad para ir adaptándose a los nuevos devenires que encauzan la investigación. En este sentido se encuentra el desarrollo de las competencias G1 (capacidad de análisis y síntesis) y G7 (capacidad de adaptarse a nuevas situaciones y toma de decisiones).

Desde el primer momento que inicia la investigación el alumno desarrolla la competencia G8 (trabajo en equipo). El trabajo en equipo es patente pues lo primero que se conforma en el equipo de investigación es un grupo de trabajo, en el que cada uno de los miembros conoce perfectamente cada una de sus funciones. Este grado de cooperación es fundamental, pues cada miembro del equipo forma parte del entramado que desarrolla el proyecto global. De hecho, sin el correcto trabajo de cada uno de ellos y su adecuada coordinación no se consigue el objetivo final (amén de los objetivos individuales de cada uno de los miembros).

En la propia defensa del TFG se desarrolla la competencia específica E26 (competencia para presentar, tanto en forma escrita como oral, material y argumentación científica a una audiencia especializada). Esta competencia está relacionada con la capacidad para presentar un trabajo científico que va ser evaluada tanto por los distintos miembros del equipo de investigación como por el tribunal independiente, ante el cual el alumno deberá defender su trabajo. Para una correcta defensa no sólo es fundamental conocer a la perfección todas las técnicas instrumentales que se ha utilizado durante el trabajo en el laboratorio, sino también es imprescindible la correcta comprensión de los conceptos teóricos que involucra el TFG en cuestión, pues el tribunal tendrá la capacidad para preguntar cualquier cuestión relacionada sobre el trabajo presentado. Además, en este sentido cabe destacar que, en el caso de estudio presentado, el desarrollo de esta competencia no sólo se ha realizado durante la defensa del TFG, sino que el alumno lo presentó al VIII Concurso

de Iniciativas Empresariales, organizado por la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad de Sevilla en el marco del Programa de Fomento de Spin-Off y Desarrollo de Emprendedores. El alumno en este sentido presenta el proyecto que desarrolla desde otra perspectiva más empresarial, relacionada con la iniciativa de negocio basada en la obtención y comercialización de bioplásticos a partir de cáscara de arroz. En este sentido el alumno ha desarrollado otra competencia transversal difícil de trabajar como es la “fomentar el espíritu emprendedor”, recogida en la memoria de verificación (código G13) y que inicialmente no se encontraba en las competencias a trabajar durante el TFG.

8. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS

Es evidente que una de las etapas fundamentales de cualquier proceso formativo es la evaluación de competencias. En este caso este proceso adquiere un matiz de especial relevancia, pues la correcta evaluación de competencias permite la corrección de errores tanto en el trabajo presente como en el trabajo futuro de nuevos alumnos de TFG (y que también podría extenderse a futuros alumnos de trabajo fin de Máster, TFM).

40

En primer lugar, la corrección de errores en el trabajo presente se lleva a cabo mediante un proceso de retroalimentación. En las distintas sesiones de seminarios se corrigen los posibles errores que va cometiendo el alumno, esta corrección de errores se lleva a cabo de la siguiente manera:

- En los seminarios en los que participa el grupo de investigación al completo, los distintos integrantes del grupo de investigación a la vez que realizan sugerencias sobre la nueva posible experimentación, realizan una serie de cuestiones que buscan indagar el grado de comprensión de los distintos conocimientos, técnicas, o procedimientos que se han utilizado. Una vez realizada este tipo de cuestiones, se realizan las anotaciones pertinentes y se les comunica a los responsables del TFG las diferentes carencias que se han podido detectar.
- En el trabajo del día a día, los responsables del alumno de TFG guiaron la tarea de aprendizaje del alumno. El acompañamiento se realizó de tal forma que el alumno adquiriera los conocimientos de manera autónoma y que fueran los expertos en la materia los que le hicieran plantearse al alumno los diferentes interrogantes que sentaran la base para despertar su curiosidad. Estos interrogantes son la base para la búsqueda de biblio-

grafía y para la argumentación de teorías que permitan la justificación teórica de los datos observados.

Durante el proceso de evaluación no sólo se ha llevado a cabo la evaluación de un alumno fin de Grado en cuestión, sino que también se ha pretendido detectar todos aquellos conocimientos o pautas de trabajo que resultan más complejas, haciendo un listado de la misma y sirviendo para tomar conciencia con futuros alumnos que cursen esta asignatura.

Por último, cabe destacar que con el desarrollo de la competencia E26 se lleva a cabo la evaluación del trabajo realizado por el alumno por un tribunal independiente a cualquier organismo perteneciente a su ámbito más cercano (el equipo de trabajo y el centro de desarrollo del mismo). Con la presentación del trabajo en el VIII Concurso de Iniciativas Empresariales ha sido un jurado independiente el que ha evaluado tanto la idea como el desarrollo de la misma, comparando el trabajo realizado por el alumno con el de otros alumnos pertenecientes a otros centros universitarios de otras disciplinas, y compitiendo así con alumnos pertenecientes a cualquier centro de la Universidad de Sevilla.

9. CONCLUSIONES

41

Esta metodología permite a los alumnos una alternativa al modelo de aprendizaje tradicional, fomentando el carácter práctico, aumentando su autonomía del aprendizaje y desarrollando competencias requeridas en su futuro profesional.

Este trabajo ha permitido al alumno el entrenamiento de competencias desarrolladas en el Grado junto con el aprendizaje de técnicas experimentales (analíticas, reológicas, caracterización mecánica y fisicoquímica) y la interacción del alumno dentro de un grupo de investigación.

La evaluación del grado de desarrollo de las competencias por parte del alumno durante el TFG puede servir como retroalimentación para el resto de profesores del Grado, permitiendo el entrenamiento más eficiente de las competencias que aparezcan como menos desarrollada.

El carácter práctico del trabajo ha permitido el desarrollo de una patente y de apertura de un emprendimiento profesional por parte del alumno con el desarrollo de una spin-off.

El grupo de trabajo de Investigación considera que el periodo de tiempo en el que el alumno ha desarrollado su trabajo fin de Grado en el Departamento de Ingeniería Química ha sido muy satisfactorio.

BIBLIOGRAFÍA

Achtenhagen, F. (2001). "Criteria for the development of complex teaching-learning environments". *Instructional Science*, 29, 361–381.

Arguelles, A. & Gonczi, A. (2000). "Competency based education and training: a world perspective". *Perú: Grupo Noriega Editores*.

Aznar, P. & Ull, M. A. (2009). "La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad". *Revista de Educación*, 219-237.

De Miguel, M. (2006). "Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias". *Madrid: Alianza Editorial*.

Enkenberg, J. (2001). "Instructional design and emerging teaching models in higher education". *Computers in Human Behavior* 17, 495–506.

42

González, J. M.; Arquero, José L. & Hassall, Trevor. (2009). "Bologna and beyond: A comparative study focused on UK and Spanish accounting education". *Higher Education in Europe*, 34(1), 113-25.

Gonzalez, J. M.; Arquero, José L. & Hassall, Trevor. (2012). "The change towards a teaching methodology based on competences: a case study in a Spanish university". *Research Papers in Education*, 29(1), 111-130.

Gunstone, R. F. (1991). "Reconstructing theory from practical experience". *Practical science*, 67-77.

Gunstone, R. F. & Champagne, Albert B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. *The student laboratory and the science curriculum*, 159-182.

Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2002). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54.

Hoogveld, A. W. M. Paas, F. & Jochems, M. G. (2005). Training higher education teachers for instructional design of competency-based education: Product-oriented versus process-oriented worked examples. *Teaching and teacher education*, 21(3), 287-297.

http://www.fquim.us.es/portal/C20/descargas/Uno/Id/X3173/Memoria+G_Quimica_con_Alegaciones.pdf. 2014

Karplus, R. (1977). Science teaching and the development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14, 169-175.

- Keen, K. (1992). Competence: What is it and how can it be developed. *Brussels: IBM International Education Center.*
- López, J. I. (2011). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias. *Revista de Educación*, 356, 279-301.
- Martínez, M. & Carrasco, S. (2006). *Propuestas para el cambio docente en la universidad.* Barcelona: Octaedro-ICE.
- Paricio, J. (2010). *El reto de institucionalizar la coordinación e integración docente.* Barcelona: Equipos docentes y nuevas identidades académicas
- Ramos, A., Delgado, F., Afonso, P., Cruchinho, A., Pereira, P., Sapeta, P. & Ramos, G. (2013) Implementación de nuevas prácticas pedagógicas en la Educación Superior. *Revista Portuguesa de Educação*, 26(1), 115-141.
- Samuelowicz, K. (2001). Revisiting academics' beliefs about teaching and learning. *Higher Education* 41, 299–325.
- Van Merriënboer, J. G. & de Croock, B. M. (2002). "Performance-based ISD: 10 steps to complex learning" *Performance Improvement*, 41, 33-39.
- Wals, A. (2011). "Learning Our Way to Sustainability. *Journal of Education for Sustainable Development*", 5(2), 177–186.
- Woolnough, B. E. (1991). *Setting the scene.* Buckingham: Practical science.

