

EMPLEO DEL TRABAJO FIN DE GRADO COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES BASADAS EN LA EXPERIENCIA

A. Romero, M. Félix, A. Guerrero

*Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Sevilla, Facultad de Química. C/
Profesor García González S/N. 41012, Sevilla, alromero@us.es*

Resumen

Actualmente, hay un cambio en la concepción pedagógica, pasando de un modelo de enseñanza focalizado en la transmisión de conocimientos, hacia otro enfocado a que los alumnos consigan y dominen con éxito los objetivos propuestos.

La asignatura trabajo fin de grado (TFG), forma parte del último curso de Grado. En el caso del Grado en Química consta de 18 créditos ECTS en los que los alumnos deberán desarrollar un proyecto de investigación eminentemente práctico. El objetivo es permitir al alumno poner en práctica las competencias adquiridas durante su trayectoria académica a través de la realización de un proyecto, así como realizar una evaluación del grado de adquisición de las mismas que permita a los profesores desarrollar y redefinir las actividades propuestas en las asignaturas del Grado.

Para la consecución de estos objetivos, se realiza el proyecto empleando el material y equipamiento de I+D disponible en el Departamento. Será él, en colaboración con los distintos componentes del grupo de investigación el que tendrá que tomar las decisiones adecuadas para desarrollar el proyecto, poniendo en práctica muchas de las habilidades adquiridas durante sus estudios. El hecho de depositar la confianza para que tome sus propias decisiones y reflexionar sobre las distintas alternativas hace que el alumno desarrolle multitud de habilidades tanto sociales como personales.

Dicha metodología permite a los alumnos una alternativa al modelo de aprendizaje tradicional, fomentando el carácter práctico, aumentando la autonomía del aprendizaje y el desarrollo de competencias que le serán requeridas en su futuro profesional.

Palabras clave: Autonomía, Desarrollo de competencias, Proyecto, Trabajo fin de Grado

1. 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" [1]. 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 que se les requiere. Por ello, han sido muchos los autores que se han preocupado 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 [2]. Gunstone [3] es partidario de usar el laboratorio para reestructurar el conocimiento de sus alumnos. Gunstone y Campagne [4] sugirieron que el conocimiento en el laboratorio se construye verdaderamente si los alumnos tienen suficiente tiempo y oportunidades para interaccionar y reflexionar. En este trabajo se afirma que los estudiantes, por lo general, no tienen tiempo u oportunidades para interaccionar 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 lleva a cabo.

Este 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 [5]. Por el contrario, los estudiantes construyen sus ideas comprendiendo otras ideas básicas de una serie de experiencias personales básicas. En este caso, este sentido del crecimiento del conocimiento está contextualizado en que los estudiantes lo construyen resolviendo cuestiones o problemas singulares.

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

Las exigencias de los acuerdos de Bolonia, conllevaron la introducción de los nuevos planes de estudio, instaurándose los nuevos títulos de Grado. Estos nuevos títulos abren las puertas a modelos pedagógicos "experienciales" muy diversos, permitiendo desarrollar exitosos métodos educativos.

El objetivo del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es armonizar la educación superior de los diferentes países de la Unión Europea. Para ello, los países que han acordado acogerse al EEES deben compartir las mismas directrices. Se proponen cambios en la metodología de enseñanza promoviendo el sistema de aprendizaje basado en la adquisición de competencias. 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 [6]. 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 [7]. En este sentido, nuevas formas de enseñar son necesarias para que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico [8].

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 a personas que sean capaces de realizar diferentes tareas, en vez de recurrir a expertos (Martínez y Carrasco 2006). En este tipo de sistemas educativos, como se ha descrito anteriormente, el laboratorio puede alcanzar una elevada importancia.

Más allá de la adquisición de los conocimientos teóricos propios de una asignatura, los estudiantes esperan desarrollar y mejorar sus habilidades. Por ello, la evaluación no debería focalizarse en el final del proceso, sino que debería estar basada 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, la resolución de casos prácticos, etc... [9].

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. Es por ello el interés de los modelos de aprendizajes basados en competencias, puesto que aunque se pueda diseñar un sistema ideal, la implementación podría llevarse a cabo de la manera equivocada y el cambio de sistemas se produciría en vano, pues el impacto en la práctica docente podría ser nulo y por tanto no proporcionará los beneficios esperados [9]. 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" [10].

3. EDUCACIÓN BASADA EN LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS

Esta metodología está llamada a proveer a los estudiantes de conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan reconocer y resolver problemas complejos en su campo de estudio o en su futura labor profesional [11], focalizando 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" [12, 13]. La creación de este tipo de tareas de aprendizaje ha significado uno de los mayores desafíos en la labor educativa en los últimos años, amén de que en múltiples ocasiones los profesores no están bien equipados para desarrollar 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 solucionar el problema del seguimiento.

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, pudiéndola desarrollar en esta asignatura. Además, para la defensa de esta asignatura ante el tribunal correspondiente, debe haber aprobado todas las restantes asignaturas del Grado.

4.1. Metodología seguida

Se define un proyecto de investigación donde es necesario tener claro los objetivos y las actividades desarrollar para la consecución de objetivos. Estas actividades quedan explícitas en un dossier de actividades donde participa tanto el alumno como los investigadores pertenecientes. 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). El alumno toma un primer contacto con los distintos miembros del grupo de investigación., convirtiéndose en un miembro más del grupo, con unas tareas asignadas.
- *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 el proyecto consiste en la preparación de bioplásticos a partir de las proteínas extraídas de la cáscara de arroz. Tras la presentación del proyecto, se plantean 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
- *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 debatirá el trabajo de experimental a desarrollar a continuación.
- *Seminarios 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 producen la evaluación por parte de los profesores implicados del nivel de desarrollo de las competencias trabajadas.

Por otra parte, en 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 para identificar carencias formativas y así tomar decisiones en asignaturas de cursos anteriores donde se desarrollen estas competencias.

4.2. Desarrollo de competencias

A lo largo de todo el proceso de aprendizaje durante los estudios de Grado, el alumno desarrolla tanto competencias generales/transversales (identificadas como G) como específicas (identificadas como E). Teniendo en cuenta las competencias presentadas en la Memoria de Verificación del título de Graduado en Química por la Universidad de Sevilla, se han trabajado las siguientes:

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

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 es fundamental para llevar a buen curso el trabajo científico, tanto en los inicios de la investigación, como en el desarrollo de su actividad científico-práctica.

Tras el inicio de la línea investigadora, es fundamental llevar a cabo una correcta investigación, 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. 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 la correcta planificación del trabajo futuro.

En los seminarios 3, 4, 5 y 6 se desarrollan competencias relacionadas con la capacidad de análisis y síntesis, 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).

A medida que el alumno desarrolla la investigación se desarrolla la *competencia G8* (trabajo en equipo). El trabajo en equipo es patente desde el inicio de la investigación, 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.

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). Además, en este sentido cabe destacar que, en el caso de estudio presentado, el desarrollo de esta competencia se ha realizado también en el 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 (*competencia G13*) y que inicialmente no se encontraba en las competencias a trabajar durante el TFG.

4.3. Evaluación de competencias

Es evidente que una de las etapas fundamentales de cualquier proceso formativo es la evaluación. 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.

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.

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 bibliografía, 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.

5. CONCLUSIONES

Esta metodología permite 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 y la interacción del alumno en un grupo de investigación.

La evaluación del grado de desarrollo de las competencias puede servir como retroalimentación para el resto de profesores del Grado.

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 satisfactorio.

REFERENCIAS

- [1] Karplus, R. Science teaching and the development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching* 14, 169-175 (1977).
- [2] Woolnough, B. E. *Setting the scene*. Buckingham: Practical science (1991).
- [3] Gunstone, R. F. Reconstructing theory from practical experience. *Practical Science* 67-77, (1991).
- [4] Gunstone, R. F. & Champagne, A. B. Promoting conceptual change in the laboratory. *The student laboratory and the science curriculum*, 159-182 (1990).
- [5] Hofstein, A. & Lunetta, V. N. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education* 88(1), 28-54 (2002).
- [6] Aznar, P. & Ull, M. A. La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Revista de Educación*, 219-237 (2009).
- [7] López, J. I. "Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias." *Revista de Educación* 356, 279-301 (2011).
- [8] Wals, A. "Learning Our Way to Sustainability." *Journal of Education for Sustainable Development* 5 (2), 177-186 (2011).
- [9] Gonzalez, J. M., Arquero, J. L. & Hassall, T. The change towards a teaching methodology based on competences: a case study in a Spanish university" *Research Papers in Education* 29(1), 111-130 (2012).
- [10] Paricio, J. *El reto de institucionalizar la coordinación e integración docente*. Barcelona: Equipos docentes y nuevas identidades académicas (2010).
- [11] Keen, K. *Competence: What is it and how can it be developed*. Brussels: IBM International Education Center (1992).
- [12] Enkenberg, J. *Instructional design and emerging teaching models in higher education*. *Computers in Human Behavior* 17, 495-506 (2001).
- [13] Samuelowicz, K. Revisiting academics' beliefs about teaching and learning. *Higher Education* 41, 299-325 (2001).