09-011

ACQUISITION OF PROJECT MANAGEMENT COMPETENCES IN THE CHEMISTRY DEGREE

Pastor Fernández, Andrés[(1)]; Otero Mateo, Manuel[(1)]; Cerezo Narváez, Alberto[(1)]; Portela Núñez, Jose María[(1)]

[(1)]Universidad de Cádiz

There are official bachelor and master's university degrees that grant access to a regulated profession, in which competences related to professional attributions acquire special relevance, as project management ones in the field of Engineering. The importance of these competences is already highlighted in own degree memories, in which the aim is to promote their acquisition in order to practice as project manager. Also, other titles that do not directly qualify for the exercise of a profession with recognized attributions collect subjects that train in these competences, although with a noticeably inferior teaching load. Due to this, teachers have to design activities that optimize their available time.

In the present work, the results obtained in the subject "Techincal Writing and Execution of Projects" of the Degree in Chemistry of the University of Cadiz during the course 2017-18 are shown, in which new methodologies have been applied. In order to evaluate the results, these ones are compared with those obtained in the two previous courses.

Keywords: *competence; project management; chemical; educational planning*

ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN EL GRADO EN QUÍMICA

En la Universidad existen Grados y Másteres que conducen a profesiones reguladas, en los que las competencias relativas a atribuciones profesionales adquieren especial relevancia, como es el caso de las relacionadas con la dirección de proyectos en las Ingenierías. La importancia de estas competencias se pone de relieve ya en las propias memorias de los títulos universitarios, en las que se persigue fomentar la adquisición de competencias propias de la profesión del director de proyectos. También en otras titulaciones que no habilitan directamente para el ejercicio de una profesión con atribuciones reconocidas, se recogen determinadas asignaturas que forman en estas competencias, si bien se les atribuye una carga docente notablemente inferior a la que se les asigna en los títulos con atribuciones profesionales. Debido a esto, el docente tiene que diseñar actividades que optimicen el tiempo disponible.

En el presente trabajo, se muestran los resultados obtenidos en la asignatura “Redacción y ejecución de proyectos” del Grado en Química de la Universidad de Cádiz durante el curso 2017-18, en el que se han aplicado nuevas metodologías. Para poder evaluar los resultados, se han comparado los de este curso, con los dos previos a la implantación de la metodología actual.

Palabras clave: *compentencia; dirección de proyectos; química; planificación docente*

Correspondencia: Andrés Pastor Fernández; andres.pastor@uca.es

©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

1. Introducción

Desde la incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior, uno de los pilares fundamentales para el éxito en la implantación de los Títulos es la adquisición de competencias por parte del alumno, cuyo principal objetivo es lograr la capacitación global para el desarrollo futuro de la profesión.

El Grado en Química en la Universidad de Cádiz tiene una estructura de 240 ECTs distribuidos en; 60 de formación básica, 126 de formación obligatoria, 36 de formación optativa y 18 de trabajo fin de Grado. En el séptimo semestre, correspondiente al primero del cuarto curso, se imparte la asignatura “Redacción y Ejecución de Proyectos” que tiene un encargo docente parcial al área de Proyectos de Ingeniería y es en dicha asignatura donde se han realizado diferentes actividades para que los alumnos fomenten las competencias que están establecidas en la Memoria del Título adscritas a la disciplina propia de la dirección y gestión de proyectos.

Como herramientas principales, se han utilizado diferentes métodos como son los basados en el aprendizaje colaborativo, basado en proyectos (ABP o PBL –Project Based Learning-) y la clase inversa (FC- Flipped Classroon).

En el presente trabajo se realiza una descripción de las metodologías utilizadas y un análisis comparativo entre los resultados conseguidos en el 2017-18 y los dos previos a la implantación de la metodología docente.

1.1. La asignatura en su contexto

El Grado en Química que conduce a la profesión regulada de Químico, tiene el reconocimiento de la cualificación profesional que establece el Real Decreto 1837/2008, pero no posee atribuciones profesionales. En la Memoria del Grado se recogen competencias que tienen una relación directa con la con la dirección de proyectos, de las que se destacan las que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Competencias relacionadas con la Dirección de Proyectos

Competencia	Código	Descripción
General	CG5	Capacidad para la resolución de problemas.
General	CG11	Compromiso ético para el ejercicio profesional.
General	CG12	Capacidad para planificar la creación y funcionamiento de una empresa.
Básica	CB2	Aplicar sus conocimientos a su trabajo de una forma profesional, que suele demostrarse mediante la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
Básica	CB4	Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
Transversal	CT1	Capacidad de organización y planificación
Específica	CE19	Organizar, dirigir y ejecutar tareas del laboratorio químico y de producción en instalaciones industriales complejas donde se desarrollen procesos químicos. Asimismo, diseñar la metodología de trabajo a utilizar
Específica	CE24	Reconocer y llevar a cabo buenas prácticas en el trabajo científico

Con objeto de conseguir que los alumnos adquieran estas competencias – y otras que tienen asignadas- se ha establecido un temario acorde a los fines de la misma que consta de dos grandes partes diferenciadas. La primera, encargada al área Ingeniería Química, está relacionada con el conocimiento del entorno industrial y las implicaciones que puede tener el profesional químico, así como diferentes aspectos normativos y una segunda, encargada al área Proyectos de Ingeniería, que está plenamente dedicada a la gestión y dirección de proyectos con un enfoque hacia el sector químico.

2. Objetivos

El objetivo fundamental de la implantación de la metodología docente es la adquisición de competencias por parte del alumno en materia de dirección y gestión de proyectos en el ámbito del Grado en Química. Para ello, se han fijado los siguientes objetivos parciales:

- Rediseño de las actividades formativas y de evaluación para asegurar el logro de competencias por parte de los alumnos.

- Alineamiento de los materiales docentes con los modelos de dirección de proyectos por competencias

- Análisis de los resultados obtenidos con objeto de establecer un sistema de mejora continua.

3. Metodología

En el desarrollo del método seguido, marcado por las directrices de la Memoria, pero alineando los objetivos con el modelo descrito en la ICB (Individual Competence Baseline) 4.0 de IPMA (International Project Management Association), se ha buscado conjugar el desarrollo de algunas de las competencias prácticas y personales. Para ello se han usado las siguientes metodologías didácticas:

- Clase invertida o Flipped Classroom (FC) en la que los materiales educativos primarios son estudiados por los alumnos en casa y, luego se trabajan en el aula.
- Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o Project Based Learning (PBL), permite la adquisición de competencias a través de la realización de proyectos.

3.1 Clase invertida (FC)

El uso de la clase invertida no es un modelo simple, tal y como indican DeLozier y Rhodes (2016), puesto que permite dedicar el tiempo del aula a la puesta en práctica de los conocimientos que el alumno debe haber adquirido fuera de la misma y esto en sí, implica un alto nivel de implicación del alumno y el docente, que optimizar el tiempo disponible mediante la organización la docencia en dos etapas diferenciadas, una previa a la clase presencial en la que el alumno debe aprender de manera autónoma los conocimientos básicos para posteriormente, profundizar y aplicarlos en la práctica en el aula bajo la dirección del profesor.

La clase, según Trucker (2012) se convierte en el lugar para trabajar a través de problemas, conceptos avanzados y fomenta el aprendizaje colaborativo. Es considerada como un

enfoque abierto que facilita la interacción entre estudiantes y profesores, según indica Kim et al (2014) está basada de los siguientes principios de diseño:

- Debe proporcionar la oportunidad a los estudiantes para obtener una primera exposición antes de la clase

- Debe proporcionar un incentivo para que los estudiantes se preparen sus clases

- Debe proporcionar un mecanismo para dirigir la comprensión del estudiante

- Debe proporcionar conexiones claras entre las actividades dentro y fuera de la clase

- Debe proporcionar una guía claramente definida y bien estructurada

- Debe proporcionar suficiente tiempo para que los estudiantes realicen las tareas

- Debe proporcionar facilidades para la construcción de una comunidad de aprendizaje

- Debe proporcionar retroalimentación adaptativa/rápida en trabajos individuales o grupales

- Debe usar tecnologías familiares y de fácil acceso

Con el uso de la clase invertida el alumno que es capaz de profundizar en la materia, eliminar errores y además permite revisar los conceptos no solo antes de la clase práctica, sino que sirve de refuerzo en el proceso de aprendizaje (Manson & Shuman & Cook, 2013). Para el docente es además un elemento facilitador en la comunicación, al poder dedicar más tiempo a la atención individual de los alumnos.

3.2 PBL

El Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) permite al alumno adquirir conocimientos y competencias claves a través de la elaboración de proyectos para dar respuesta a problemas de la vida real, tal y como indican Guerrero Chanduví & Girón Escobar (2017). PBL es además un elemento dinamizador para el aprendizaje cooperativo, en el que los integrantes de un grupo van a realizar el trabajo de manera colaborativa (Van Rooij, 2009), persiguiendo dar la solución a un problema o proyecto planteado.

El uso de esta metodología persigue diferentes objetivos, entre los que se destacan el fomento del autoaprendizaje mediante el proceso de diseño de la solución (Dym & et ál., 2005), servir de elemento dinamizador para el trabajo en equipo y, por tanto, que fomente el desarrollo las competencias, pues tal y como expresa en su trabajo De los Rios & et ál (2010) "*uno de los grandes desafíos del sistema universitario es demostrar la capacidad de adaptación a los cambios en la sociedad actual y sus nuevas demandas, en las que el concepto de profesión se centra en las llamadas competencias profesionales"*. En este

contexto, la figura del docente asume el rol de agente facilitador, poniendo los medios necesarios para que el alumno pueda desarrollar los conocimientos, además de establecer los métodos de evaluación de las competencias adquiridas (Habók & Nagy, 2016).

Como características principales que se destacan de PBL, se tienen las siguientes:

- Autonomía en el aprendizaje del alumno, ya que se le otorga la capacidad de profundizar en la temática planteada según su propio criterio, pero siempre en el marco general que establecerá los mínimos que debe superar.

- El docente actúa como experto en la materia y sirve de soporte al alumno (Alves & et ál, 2016). Pone a disposición del estudiante los recursos necesarios para que pueda desarrollar las competencias y sirve de guía en el proceso formativo.

- Es una herramienta que sirve de nexo entre el mundo académico y el mundo laboral, favoreciendo la investigación para la resolución de los problemas reales.

3.1. Competencias para la dirección de proyectos

Algunas de las competencias que se indican en la memoria del Título están íntimamente relacionadas con la dirección y gestión de proyectos, por lo que se pueden establecer analogías en el desarrollo de la misma bajo el cuerpo de conocimiento de los estándares en la materia. En esta línea, la Asociación Internacional de Dirección de Proyectos (International Project Management Association: IPMA) dispone del estándar “Individual Competence Baseline 4th Version” (ICB 4.0, 2015) relacionado con las competencias individuales que debe tener un director de proyectos en el ámbito de proyectos, programas y carteras. Es un estándar global que define la competencia individual requerida en los dominios de gestión y dirección de proyectos, programas o carteras IPMA (2015). Las 29 competencias se dividen en tres grupos que corresponden a las competencias técnicas, personales y de perspectiva.

Tal y como indican Bredillet & Tywoniak & Dwivedula (2014), suponemos que evaluar las competencias de los directores de proyectos permite inferir su nivel de desempeño en su rol presente y futuro. Teniendo en cuenta que en esta etapa formativa solo podrán acceder a las competencias en las que no se exija la experiencia profesional, se puede establecer un cierto paralelismo entre el nivel D de certificación IPMA, correspondiente al Técnico en dirección de proyectos y las competencias que un alumno puede adquirir en el desarrollo de sus estudios.

3.2. Actividades formativas para el desarrollo de las competencias

Tal y como se ha indicado, se han utilizado en el desarrollo de la metodología diferentes herramientas para fomentar el desarrollo de las competencias en dirección de proyectos, de manera que se han confeccionado actividades formativas enfocadas al desarrollo del alumno en el ámbito de la dirección de proyectos.

Una de las restricciones para el desarrollo del temario es la limitación de tiempo, que en este caso concreto se disponen de veinte horas de clase presencial y el temario tiene que cubrir los siguientes aspectos:

- Conceptos fundamentales de la gestión de proyectos.
- Ciclo de vida del proyecto.
- Estándares internacionales en dirección de proyectos.
- Procesos para la dirección de proyectos,
- Gestión del alcance.
- Gestión de plazos.
- Gestión de costes.
- Gestión de riesgos.
- Aplicación a un caso práctico en el sector químico.

En este escenario, el docente tiene que desarrollar un amplio contenido teórico en un tiempo que, tras la experiencia, resulta insuficiente con la metodología tradicional de la clase magistral y, además, el alumno tiene la tentación de abandonar la asignatura al no captar la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos hasta el último módulo. Es por ello que se han ido aplicando en los diferentes temas métodos basados en FC y en PBL para que desarrolle las competencias en DP.

4. Casos de estudio

En el curso 2017-18, se ha realizado la implantación de la metodología y en este estudio se han evaluado el impacto de la realización de las actividades en el grupo del Grado de Química, el cual está formado por 46 estudiantes y se ha tenido una asistencia regular de 22.

Entre el grupo de alumnos que están matriculados en la asignatura, se aprecian diferentes perfiles que se han tomado como factor en el análisis de los resultados. Por un lado existen alumnos con dedicación plena a la asignatura como parte del cuarto curso en el que están matriculados, pero se encuentran otros que están simultaneando las clases del primer semestre con asignaturas de cursos anteriores o con prácticas de empresa, por lo que la dedicación de los mismos a la asignatura, no es plena y es un aspecto que posteriormente se aprecia en los resultados obtenidos.

En la tabla 2 que se muestra a continuación, se detalla la distribución de la muestra poblacional en el periodo correspondiente a los tres cursos académicos 2015-16, 2016-17 y 2017-18.

Tabla 2: Distribución de alumnos en función de la dedicación

	Curso académico		
Tipo de alumno	2015-16	2016-17	2017-18
Dedicación completa	26	24	26
Dedicación parcial	18	17	17
Erasmus saliente	2	3	3

Otro de los aspectos que se han analizado es la asistencia regular, entendiendo la misma cuando es superior al 80% de las sesiones. La distribución se muestra para los tres cursos académicos es la que se muestra en la tabla 3:

Tabla 3: Distribución de la asistencia de los alumnos

	Curso académico		
Tipo de alumno	2015-16	2016-17	2017-18
Asistencia con dedicación completa	15	16	14
Asistencia con dedicación parcial	7	8	8
Total asistencia	22	24	22

En relación al desarrollo de las actividades para la evaluación continua de la asignatura, se ha previsto que el alumno tenga que realizar una serie de entregables como trabajo individual, estos sirven como base sobre el que se construye el caso práctico donde se van aplicando los conocimientos adquiridos en cada uno de los temas. El trabajo final que se obtiene, conforma el esqueleto del que el alumno debe presentar en la prueba de evaluación continua y es destacable que ha sido elaborado tanto por alumnos que han acudido de manera regular como por alumnos que no lo han hecho. La distribución de las entregas realizadas en el curso académico 2017-18 es la que se muestra en la tabla 4.

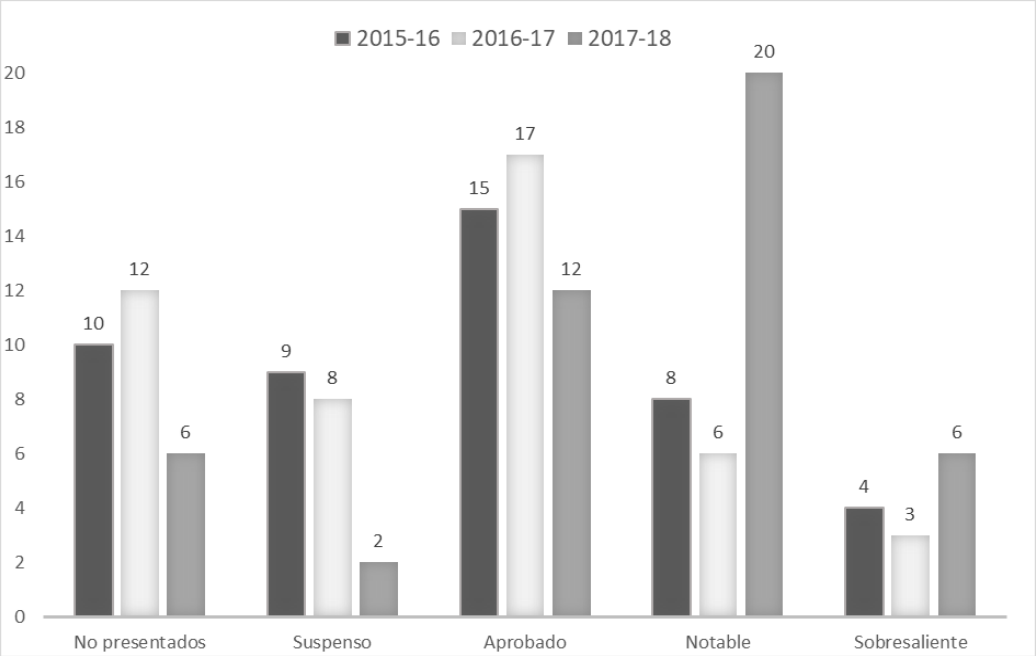
Tabla 4: Distribución de la realización de las actividades de evaluación continua

	Curso académico
Tipo de alumno	2017-18
Alumnos que asisten y entregan actividades de evaluación continua.	22
Alumnos que no asisten y entregan actividades de evaluación continua.	12

5. Resultados

Como elemento para poder evaluar la efectividad de la implantación de la metodología se analizan los datos de evaluación de los alumnos en la primera convocatoria de los cursos 2015-16, 2016-17 y 2017-18, los cuales se muestran gráficamente en la figura 1.

Figura 1: Resultados de la evaluación en la primera convocatoria



La evaluación, en todos los cursos, ha tenido una componente de evaluación continua y otra relacionada con un examen final, siendo el peso de los mismos 40% evaluación continua y 60 % la prueba final.

Este año se ha previsto un incentivo para el alumnado que desee aumentar la calificación mediante un trabajo voluntario –previo a la evaluación final- que supone hasta dos puntos adicionales, siempre y cuando se aprobase la asignatura. Este trabajo consiste en el desarrollo de un caso práctico individual en el cual se aplican todos los conocimientos adquiridos en el curso y su posterior exposición en clase, pudiendo el alumno poner en valor las competencias adquiridas durante la asignatura. De los 46 alumnos, un total de 16 han realizado dicho trabajo y la calificación de los mismos ha supuesto una puntuación media adicional de 1,7 puntos. Como elemento a tener en cuenta, no se exigía la asistencia regular para la presentación del trabajo, pero los alumnos que expusieron correspondían exclusivamente a los que tenían una asistencia superior al 80% de las clases.

Otro elemento a destacar es que 91,3% de los alumnos han visto todos los vídeos explicativos y el 43,5% ha realizado la visualización previa al desarrollo de la clase. Complementando a los vídeos, se han utilizado materiales de texto que han sido descargados por el 52,2% con carácter previo a la clase.

6. Conclusiones

El conjunto de alumnos que ha optado por el uso de las metodologías PBL y FC han obtenido mejores resultados académicos y, además, han logrado la adquisición de competencias en un nivel superior al de los alumnos que no han optado por seguir la metodología.

El uso de la metodología ha permitido un seguimiento de la asignatura de manera continua, captando la atención de alumnos con baja asistencia.

El uso del material que se ha diseñado para la FC ha sido elevado, pero hay que establecer mecanismos que estimulen el estudio individual previo a la clase para sacar un mayor aprovechamiento.

La asistencia a clase, en entornos que usan este tipo de metodologías, es un elemento que favorece la obtención de buenos resultados académicos.

El tiempo disponible para impartir la docencia se ha beneficiado del uso de la metodología, ya que se ha conseguido impartir el 100% del temario en el plazo establecido.

7. Referencias bibliográficas

Alves, Anabela C. et ál. (2016). Teacher's experiences in PBL: implications for practice. *European Journal of Engineering Education Vol. 41 (2),123-141.*

Bredille, C. , Tywoniak, S., Dwivedula R. (2014). What is a good project manager? An Aristotelian perspective. *International Journal of Project Management 33, 254–266.*

De los Ríos, Ignacio et ál (2010). Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments. *"Procedia-Social and Behavioral Sciences 2 (2), 1368-1378*

Dym, CL et ál. (2005) Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education Vol 94 (1), 103-120*.

Dante A. M. Guerrero Chanduví; Catherin Z. Girón Escobar (2017). Project-based learning as a methodological tool for acquiring skills in project management. *21th International Congress on Project Management and Engineering. 2193-2205.*

Habok, Anita; Nagy, Judit (2016). In-service teachers' perceptions of project-based learning. Springerplus Vol.5, Paper number 83.

Kim, Min Kyu et al. (2014).The experience of three flipped classrooms in an urban university: an exploration of design principles. *Internet and Higher Education . Vol. 22 ,37-50.*

International Project Management Association (IPMA) (2015). Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management.

Mason, Gregory S.; Shuman, Teodora Rutar; Cook, Kathleen E.(2013) Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education Vol. 56 (4), 430-435*

Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales.

Trucker, B. (2012). The Flipped Classroom. *Education Next. Vol 12, 82–83.*

Van Rooij, Shahron Williams (2009). Scaffolding project-based learning with the project management body of knowledge (PMBOK ®). Computers & Education. Vol. 52 (1), 210-219.

Agradecimientos

Al Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial de la Universidad de Cádiz, así como al Grupo de Investigación TEP955 – Ingeniería y Tecnología para la Prevención de Riesgos Laborales (INTELPREV).