

**Análisis de un sistema de valoración de competencias
mediante evaluación continua en la asignatura de
Proyectos en Ingeniería Química**

Código: ID2015/0075

COORDINADORA DEL PROYECTO:

María del Carmen Márquez Moreno

Departamento de Ingeniería Química y Textil

Facultad de Ciencias Químicas

Universidad de Salamanca

OBJETIVOS

En el curso académico 2010-11, la Facultad de C. Químicas implantó el Grado de Ingeniero Químico de acuerdo con el Espacio Europeo de Educación Superior.

Esta adaptación implica un cambio tanto en la metodología de enseñanza-aprendizaje como en el método de evaluación que es especialmente complejo en aquellas asignaturas que son un nexo de unión entre el mundo académico y el mundo empresarial, como es el caso de la asignatura de Proyectos en Ingeniería Química impartida en el último semestre del Grado.

En esta asignatura se pretende concienciar al estudiante de cuáles serán sus competencias en relación con su futuro profesional y prepararle para el desempeño de las mismas lo que hace particularmente complejo evaluar los conocimientos adquiridos al respecto.

En relación con esto, el objetivo fundamental a conseguir con este proyecto es promover las aptitudes profesionales de los estudiantes del último curso del Grado y desarrollar un método de evaluación continua que permita evaluar las competencias adquiridas, con la finalidad de incrementar el número de estudiantes que sigan la asignatura hasta final de curso de forma activa y superen la misma.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La realización de este proyecto de innovación docente se llevó a cabo tomando como base de partida la asignatura de Proyectos en Ingeniería Química perteneciente al último semestre del Grado en Ingeniería Química y, por ende, los alumnos matriculados en ella. El estudio se realizó durante los cursos 2013-14, 2014-15 y 2015-16

La consecución del objetivo final del proyecto propuesto consta claramente de dos objetivos particulares: uno es la promoción de las aptitudes profesionales de los estudiantes de la asignatura de Proyectos en Ingeniería Química y, el otro, el desarrollo de un método de evaluación continua que permita evaluar las competencias adquiridas en dicha asignatura.

Con el fin de conseguir el primer objetivo particular, se fomentó en este proyecto de innovación el trabajo personal no presencial individual y en grupo impulsando el desarrollo de actividades de exposición y de síntesis.

Memoria justificativa

Para conseguir el segundo objetivo particular, la propuesta consistió en plantear estrategias de control del trabajo personal y grupal no presencial para los estudiantes.

Con esa finalidad se planteó el curso de modo que hubo una parte de desarrollo teórico expuesta por la profesora de la asignatura (que es la coordinadora de este proyecto) que requirió de trabajo personal no presencial por parte de los alumnos para su superación y que se valoró mediante controles periódicos que se planificaron de acuerdo con la evolución del desarrollo teórico, y una parte de desarrollo práctico que llevaron a cabo los estudiantes en grupo también de modo no presencial y que se valoró mediante informes técnicos y exposiciones orales.

Los controles periódicos fueron diez y se realizaron en clase una vez explicada la parte teórica correspondiente y habiendo transcurrido un tiempo suficiente para que los alumnos hubieran estudiado la teoría. El contenido de dichos controles estuvo relacionado siempre con el programa de la asignatura que es el siguiente:

Parte I: Generalidades

- Concepto de proyecto
- Tipología de proyectos
- Organización de recursos humanos
- Legislación relacionada con proyectos
- Anteproyecto

Parte II: Aspectos previos a la redacción del proyecto

- Estudio de mercado
- Tamaño de proyecto
- Localización del proyecto
- Ingeniería del proyecto
 - Básica:
 - * Información básica del proyecto
 - * Transferencia de tecnología
 - * Ingeniería de proceso
 - * Ingeniería básica del proyecto
 - De desarrollo:
 - * Ingeniería de desarrollo del proyecto
 - * Ingeniería de detalle
- Evaluación económica

Memoria justificativa

Parte III: Redacción y Tramitación del proyecto

- Documentos del proyecto
- Memoria
- Anejos
- Planos
- Pliego de condiciones
- Mediciones
- Presupuesto
- Estudios con entidad propia
- Edición y presentación del proyecto
- Tramitación de proyectos

La corrección de los controles se realizó mediante evaluación entre iguales, es decir, una vez realizados los controles, la profesora los repartía al azar entre los estudiantes para que cada uno corrigiera el control de otro compañero.

El desarrollo práctico consistió en la elaboración de un proyecto técnico específico de la especialidad de Ingeniería Química que fue diferente cada curso para evitar copias entre unos cursos y otros. El número de estudiantes matriculados y, dentro de éstos, el número de estudiantes que siguió la asignatura durante el curso, fue diferente cada año por lo que el número de grupos y el número de miembros por grupo varió en función del curso; en cualquier caso, el número de estudiantes por grupo siempre estuvo entre cuatro y cinco, eligiéndose a uno de ellos como director/a del grupo.

El proyecto se dividió en secciones y los estudiantes, por grupos, elaboraron un informe del trabajo realizado para cada sección, lo expusieron y lo defendieron. Dada la limitación de tiempo, cada grupo expuso un solo informe pero se realizaron seminarios en los que los distintos grupos debatieron entre ellos los resultados obtenidos hasta consensuar los mismos siempre bajo la supervisión de la profesora. Las secciones en las que se dividieron los proyectos fueron las siguientes:

- Memoria
- Selección de proceso
- Estudio de mercado
- Tamaño del proyecto
- Localización
- Ingeniería de proceso
- Balances de materia y energía
- Diseño de equipos
- Distribución en planta
- Evaluación económica
- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto

Memoria justificativa

- Estudio de impacto ambiental
- Estudio de Seguridad e Higiene

Las distintas partes del proyecto están totalmente interrelacionadas entre sí lo que implica una alta dependencia entre los distintos grupos a la hora de consensuar los resultados de modo que el proyecto final sea único para todo el curso.

La elaboración de este proyecto técnico sirvió para desarrollar las competencias profesionales de los estudiantes de la asignatura desde varias de las vertientes indicadas en la Memoria del Grado de Ingeniería Química de la Universidad de Salamanca:

- Concebir
 - o Proyectos de Ingeniería Química
 - o Evaluaciones económicas y de mercado
 - o Proyectos de mejora e innovación tecnológica
- Calcular
 - o Sistemas utilizando balances de materia y energía
 - o Resultados de procesos de transferencia de materia
 - o Resultados de operaciones de separación
 - o Sistemas con reacción química
- Optimizar
 - o Integrar diferentes operaciones y procesos
 - o Comparar y seleccionar alternativas técnicas
- Diseñar
 - o Procesos y operaciones industriales
 - o Equipos e instalaciones
 - o Sistemas de manipulación y transporte de materiales
 - o Dimensionar sistemas de intercambio de energía
- Evaluar
 - o Evaluar y aplicar sistemas de separación
 - o Evaluar e implementar criterios de seguridad
 - o Evaluar e implementar criterios de calidad
 - o Evaluar e implementar especificaciones, reglamentos y normas
 - o El impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas
- Liderar Equipos de trabajo
- Establecer la viabilidad técnica, económica y de mercado de un proyecto

Asimismo les sirvió para desarrollar un buen número de las competencias transversales también indicadas en la Memoria del Grado de Ingeniería Química de la Universidad de Salamanca:

- Instrumentales
 - o Capacidad de análisis y síntesis
 - o Capacidad de organizar y planificar
 - o Comunicación oral y escrita en la lengua propia

Memoria justificativa

- Capacidad de gestión de la información
- Capacidad de realizar estudios bibliográficos y sintetizar resultados
- Resolución de problemas
- Toma de decisiones
- Personales/Interpersonales
 - Trabajo en equipo
 - Habilidades en las relaciones interpersonales
 - Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia
 - Elaboración y defensa de argumentos
 - Razonamiento crítico
 - Compromiso ético
- Sistémicas
 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
 - Aprendizaje autónomo
 - Adaptación a nuevas situaciones
 - Habilidad para trabajar de forma autónoma
 - Creatividad
 - Liderazgo
 - Iniciativa y espíritu emprendedor
 - Motivación por la calidad
 - Motivación por la seguridad y la prevención de riesgos

La adquisición de las competencias, tanto profesionales como transversales, por parte de los estudiantes se evaluó por valoración de los informes presentados, la exposición de los mismos y la participación en los debates.

Al finalizar el curso, los estudiantes que han participado contaron con las calificaciones de los controles y del proyecto, que supusieron el 50 % de la calificación final. El otro 50 % de la calificación correspondió al examen final.

Con el fin de comprobar la validez del método y analizar estadísticamente los resultados de un sistema de evaluación continua de este tipo, que tiene en cuenta la calificación obtenida en el trabajo no presencial del estudiante, se ha considerado necesario realizar el estudio durante un mínimo de tres cursos: durante los cursos 2013-14 y 2014-15 (que son los primeros que se ha impartido la asignatura de Proyectos en Ingeniería Química en el Grado de Ingeniería Química) se llevó a cabo la puesta en marcha de este proceso de enseñanza-evaluación y se realizó nuevamente en el curso 2015-16 con la finalidad de obtener resultados significativos. El estudio se llevó a cabo durante el segundo cuatrimestre y su duración coincidió con la duración del mismo distribuyendo las tareas y los controles de manera uniforme a lo largo del tiempo.

Memoria justificativa

RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las convocatorias ordinaria y extraordinaria así como los resultados globales obtenidos en los tres cursos analizados (tablas 1, 2 y 3):

	Convocatoria Ordinaria		
	2013-14	2014-15	2015-16
No presentados		4	8
Aprobados	14	26	6
Notables	6	9	3
Sobresalientes		1	
Matrícula de honor		2	
Suspensos	1	17	38
Total matriculados	21	59	55
Tasa de éxito (%)	95.2	69.1	19.1
Tasa de rendimiento (%)	95.2	64.4	16.4

Tabla 1.- Resultados de las convocatorias ordinarias

	Convocatoria Extraordinaria		
	2013-14	2014-15	2015-16
No presentados		5	8
Aprobados	1	13	31
Notables		2	3
Sobresalientes			
Matrícula de honor			
Suspensos		1	4
Total matriculados	1	21	46
Tasa de éxito (%)	100.0	93.8	89.5
Tasa de rendimiento (%)	100.0	71.4	73.9

Tabla 2.- Resultados de las convocatorias extraordinarias

Memoria justificativa

	Resultados globales		
	2013-14	2014-15	2015-16
No presentados		5	8
Aprobados	15	39	37
Notables	6	11	6
Sobresalientes		1	
Matrícula de honor		2	
No superan		1	4
Total matriculados	21	59	55
Tasa de éxito (%)	100.0	98.1	91.5
Tasa de rendimiento (%)	100.0	89.8	78.2

Tabla 3.- Resultados de globales de ambas convocatorias

A la vista de los resultados se puede comprobar cómo en los cursos consecutivos ha ido aumentando el número de alumnos que, a pesar de haberse matriculado, no cursa la asignatura. También puede observarse cómo el número de alumnos que no supera la asignatura en primera convocatoria ha ido aumentando.

Ante este hecho tan significativo se investigó para tratar de averiguar la causa de esa situación. El análisis llevado a cabo reflejó cómo la mayoría de los estudiantes matriculados en el curso 2013-14 en Proyectos en Ingeniería Química no tenía asignaturas pendientes de otros cursos y, en los pocos casos en los que no ocurría esto, los alumnos tenían, como mucho, una asignatura pendiente lo que hizo que el 100 % de los matriculados estuviera en condiciones de seguir el curso con toda su atención volcada en él. Esto no ocurrió en el curso 2014-15 en el que se invirtió la situación y numerosos alumnos tenían asignaturas pendientes si bien, en casi todos los casos, ese número era inferior a dos. En el curso 2015-16 el número de alumnos con asignaturas pendientes superó cuantiosamente al del curso anterior y, además, muchos de los estudiantes que cursaron la asignatura de Proyectos en Ingeniería Química tenían más de tres asignaturas pendientes. La consecuencia de esto fue un reparto de atención y esfuerzo entre la asignatura de Proyectos en Ingeniería Química y las asignaturas pendientes en detrimento del seguimiento de esta asignatura.

Memoria justificativa

Para comprobar esto, se realizó una comparativa entre los resultados obtenidos en los tres cursos en los dos apartados en los que se dividió la evaluación continua realizada a lo largo del semestre: controles (tabla 4) y proyecto realizado (tabla 5).

Como se puede apreciar en la tabla 4, las calificaciones en los controles disminuyeron notablemente con el aumento del número de asignaturas pendientes lo que es indicativo de que el trabajo personal no presencial individual de los estudiantes no fue suficiente, probablemente, como consecuencia de las numerosas asignaturas pendientes a las que debían prestar atención.

	Resultados de los controles		
	2013-14	2014-15	2015-16
Alumnos con nota media > 5	12	43	14
Alumnos con nota media < 5	9	12	33

Tabla 4.- Resultados de los controles realizados para la evaluación continua

Esto también se puede apreciar en la tabla 5 en la que se muestran los resultados obtenidos en la evaluación del proyecto elaborado. En este caso, dado que la elaboración del proyecto se hace en grupo, está claro que los estudiantes sí que dedicaron tiempo a la elaboración del mismo con el objeto de no perjudicar a los otros miembros del grupo; sin embargo, la dedicación disminuyó claramente respecto al curso 2013-14 lo que se tradujo en peores calificaciones.

	Resultados del proyecto		
	2013-14	2014-15	2015-16
Alumnos con nota media > 5	21	52	36
Alumnos con nota media < 5	0	3	11

Tabla 5.- Resultados del proyecto realizado para la evaluación continua

En cuanto a los resultados obtenidos en el examen final de la convocatoria ordinaria (tabla 6), se puede observar una relación directa entre el aumento de asignaturas pendientes en los alumnos y la disminución del porcentaje de alumnos que superaron el examen (un 71.4 % de alumnos supera el examen ordinario en el

Memoria justificativa

curso 2013-14, un 25.9 % de alumnos supera el examen ordinario en el curso 2014-15, y tan sólo un 8.5 % de alumnos supera el examen ordinario en el curso 2015-16).

	Resultados examen final		
	Convocatoria ordinaria		
	2013-14	2014-15	2015-16
Alumnos con nota media > 5	15	14	4
Alumnos con nota media < 5	6	40	43

Tabla 6.- Resultados del examen final correspondiente a la convocatoria ordinaria

En el examen final de la convocatoria extraordinaria (tabla 7), los resultados cambiaron y no se reprodujo la situación de la primera convocatoria. Preguntados los alumnos respecto a este cambio, reconocieron haber estudiado más la asignatura para esta convocatoria con la finalidad de no tener que repetirla nuevamente ya que la estructura de la misma les exigía más trabajo a lo largo del curso que otras asignaturas en las que no hay evaluación continua o ésta se lleva a cabo de otro modo.

	Resultados examen final		
	Convocatoria extraordinaria		
	2013-14	2014-15	2015-16
Alumnos con nota media > 5	1	7	27
Alumnos con nota media < 5	0	8	11

Tabla 6.- Resultados del examen final correspondiente a la convocatoria ordinaria

Independientemente de los resultados obtenidos, los estudiantes que cursaron la asignatura reconocieron el método seguido para el desarrollo de la asignatura como muy interesante ya que les permitía no sólo aplicar los conocimientos previamente adquiridos en los semestres anteriores viendo la relación existente entre todos ellos, y aprender cómo tienen que realizar su Trabajo Fin de Grado u otros proyectos técnicos, sino también a trabajar en grupos dependiendo unos de otros, a controlar estrictamente el tiempo disponible para la realización de los informes y a exponer y defenderse públicamente ante otros entendidos en el tema, es decir, les ha permitido conocer y desarrollar sus futuras competencias profesionales.

Memoria justificativa

CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente indicado se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- La estructura propuesta para la asignatura permite a los estudiantes:
 - o Aprender a aplicar los conocimientos previamente adquiridos en otras asignaturas y a relacionarlos entre sí.
 - o Aprender cómo debe realizarse un proyecto técnico con vistas al Trabajo Fin de Grado que deben elaborar posteriormente o con vistas a proyectos técnicos que tengan que realizar en su futura vida profesional.
 - o Aprender a trabajar en grupos interrelacionados entre sí, a trabajar con límites de tiempo y a hacer exposiciones y defensas públicas.
 - o Conocer y desarrollar sus competencias profesionales.

- El método de evaluación continua utilizado:
 - o Permite evaluar las competencias adquiridas por los estudiantes en dicha asignatura.
 - o Implica a los alumnos mediante la evaluación entre iguales.
 - o Se ve afectado claramente por la existencia de asignaturas pendientes en los estudiantes matriculados.
 - o Consigue que la mayoría de los alumnos supere la asignatura.

Salamanca, 1 de Julio de 2016.