

Aprendizaje Basado en Problemas tutorizado en asignaturas de Grado y Máster en Ingenierías Industriales

Susana Lucas Yagüe^a, M^a Teresa García Cubero^a, Mónica Coca Sanz^a, Gerardo González Benito^a, Asunción Garrido Casado^b, Ángel Cartón López^a, Miguel Ángel Urueña Alonso^a, Santiago Villaverde Gómez

^aC/ Doctor Mergelina s/n, 47011-Valladolid. Escuela de Ingeniería Industriales, Universidad de Valladolid, 983 18 40 74, susana@iq.uva.es, ^bInstituto de Enseñanza Secundaria Emilio Ferrari, Valladolid

Resumen

Una nueva metodología docente que combina el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la tutoría colectiva ha sido aplicada con éxito a nivel de grado en la asignatura de *Introducción a la Ingeniería Química* y de máster en la materia *Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termofluidos*. Ambas asignaturas comparten como competencia específica los conocimientos sobre los balances de materia y energía de procesos químicos industriales. Los estudiantes resuelven de forma pautada un balance másico y energético complejo aplicado a un proceso industrial real. Durante este curso 2016/2017 se ha seleccionado el proceso de reformado de metano con vapor de agua para producir hidrógeno. El problema se plantea en base a una serie de objetivos que permiten a los estudiantes una resolución progresiva e integradora de conocimientos. Con la finalidad de darles apoyo a los estudiantes en su resolución se planifican dos tutorías colectivas, una inicial de carácter orientativo y otra intermedia para comprobar el grado de avance conseguido por los estudiantes.

El empleo de esta estrategia combinada de ABP y tutoría colectiva ha permitido que los alumnos afiancen los contenidos teóricos propios de la asignatura (proceso, balances de materia, balances de energía, equilibrio) y desarrollen simultáneamente determinadas competencias de carácter transversal como son la capacidad de análisis y síntesis, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la utilización de herramientas informáticas aplicadas a la resolución de problemas (Excel o Matlab) y el trabajo colaborativo. Los buenos resultados académicos corroboran la efectividad de esta nueva técnica docente.

Palabras clave

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Tutoría Colectiva, Competencias Transversales, Ingeniería Industrial.

Introducción

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y la reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor. Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y, seguidamente, propone a los alumnos una actividad para la aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para tratar de solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente haga uso de la lección magistral para transmitir ese contenido (Akinoglu y Tandogan, 2006).

El ABP permite mejorar la calidad del aprendizaje a nivel universitario en lo que se refiere a las competencias específicas y transversales. Entre estas últimas destacan el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas, la toma de decisiones, el trabajo en equipo, las habilidades comunicativas (argumentación y presentación de la información) y el desarrollo de actitudes y valores (Servicio Innovación Educativa de la UPM, 2008).

Por todo lo anteriormente expuesto, en este trabajo se analizan los resultados de la aplicación de una metodología docente basada en la técnica combinada de ABP y la tutoría colectiva. Para ello se ha diseñado cuidadosamente una actividad que permite que los alumnos después de la “adquisición” de determinados conocimientos teóricos los apliquen a la resolución de un problema complejo guiado. La utilización de técnicas de innovación educativa combinadas, tal y como muestran las referencias bibliográficas, parece prometedora en el campo de la educación a nivel universitario (Herreid y Schiller, 2013).

Objetivos

El objetivo de esta experiencia de innovación educativa es aplicar una metodología integrada de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y tutoría colectiva, para poder comprobar su idoneidad en el aprendizaje de determinadas competencias específicas y transversales.

La misma actividad docente, ligeramente adaptada en cuanto a sus objetivos, se ha realizado en dos asignaturas diferentes, una a nivel de Grado (Introducción a la Ingeniería Química) y otra de Máster (Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termofluidos). Ambas materias comparten como competencia específica común los conocimientos de balances de materia y energía.

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

1. Seleccionar un proceso industrial real que incluya diferentes etapas (operaciones unitarias) y que sea adecuado para aplicar una metodología de resolución de problemas de balances de materia y energía
2. Diseñar, a partir de esos contenidos/competencias que se desean adquirir, una tarea grupal basada en una metodología ABP y tutoría colectiva
3. Comprobar la eficacia de la aplicación de esa metodología docente a partir de los resultados de una encuesta de opinión cumplimentada por los alumnos y de las calificaciones obtenidas en la actividad
4. Analizar las diferencias de la aplicación de esta metodología en alumnos de grado y de máster

Descripción de la Experiencia

Contextualización de las asignaturas

La asignatura *Introducción a la Ingeniería Química (IIQ)* es de tipo obligatorio (3^{er} curso, 1^{er} cuatrimestre, 6 ECTS, 60 estudiantes) del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Valladolid (BOE 11 de junio de 2011, Resolución de 27 de mayo de 2011 por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Química).

La competencia específica de conocimientos de balances de materia y energía la desarrollan los estudiantes a lo largo de 3 temas con una duración aproximada de 3,2 ECTS. Esta competencia es uno de los pilares sobre los que se sustentan todas las asignaturas propias de la Ingeniería Química.

La materia *Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termofluidos (FCIQTF)* es una asignatura obligatoria (1^{er} curso, 1^{er} cuatrimestre, 6 ECTS, 35 estudiantes) del Máster en Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid. Dicha materia la cursan los estudiantes que acceden al máster desde cualquier Grado en Ingeniería Industrial, excepto los procedentes de los Grados en Ingeniería Química y Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

En este caso la competencia específica de conocimientos de balances de materia y energía la adquieren los estudiantes a lo largo de 2 temas con una duración aproximada de 0,8 ECTS. Esta competencia se considera fundamental para sentar las bases de un alumno que estudian por primera vez los principios propios de la Ingeniería Química.

La importancia de los conocimientos de balances de materia y energía justifica que se hayan seleccionado como punto de partida para el planteamiento de la estrategia combinada de ABP y tutoría colectiva.

Diseño de la actividad: Tarea basada en un ABP + Tutoría colectiva

La tarea propuesta tiene por objetivo resolver los balances de materia y energía de un proceso industrial real. En este proceso se identificarán las etapas que lo integran (operaciones unitarias), se representará gráficamente mediante la construcción de un diagrama de bloques y, se realizarán y resolverán los balances de materia y energía necesarios para caracterizar todas las corrientes implicadas.

El proceso seleccionado es el reformado de metano con vapor de agua para la producción de hidrógeno. El esquema de reacción está constituido por dos reacciones de equilibrio en serie para el CO. La primera es la de reformado de metano ($\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$) y la segunda es la reacción de desplazamiento del vapor de agua a CO_2 ($\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$).

El primer objetivo de resolución es analizar el efecto de la temperatura, la relación molar metano/agua y la presión sobre la conversión de equilibrio de ambas reacciones. Como segundo objetivo, y tras analizar los resultados anteriores, se propone la resolución de un balance de materia y energía que permita, optimizando las condiciones de trabajo, calcular la composición de los gases a la salida del reactor.

Cada grupo de trabajo, formado por cuatro estudiantes, analizará con detalle el enunciado propuesto y dispondrá de tres semanas para su resolución. En el plazo aproximado de una semana desde que se les ha facilitado el enunciado a los estudiantes se les convoca a una tutoría colectiva para que planteen todas las dudas referidas a la resolución del primer objetivo. A finales de la segunda semana se les vuelve a citar a una segunda tutoría colectiva para orientarles en la resolución del segundo objetivo del problema. Dispondrán de una última semana para finalizar los cálculos y presentar el informe correspondiente.

Las competencias específicas que se desarrollan con esta metodología son la capacidad de resolución de problemas de balances de materia, energía y equilibrio químico. En lo referido a las competencias transversales se potenciarán la capacidad de análisis y síntesis, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la utilización de herramientas informáticas aplicadas a la resolución de problemas (Excel o Matlab) y el trabajo colaborativo.

Resultados y Conclusiones

Con la finalidad de valorar los resultados de la aplicación de la metodología de ABP y tutoría colectiva se elaboró un cuestionario de opinión que cumplimentaron los alumnos al finalizar la experiencia. El formulario contempla cuestiones relativas a la organización de la tarea, el nivel de aprendizaje de contenidos teóricos y el grado de desarrollo de competencias transversales junto con un apartado abierto de valoración global de la tarea.

El grado de satisfacción general de los estudiantes que han realizado la tarea es muy bueno. Consideran que la tarea está bien organizada y planteada, que han afianzado sus conocimientos de aplicación y resolución de balances de materia y energía y su capacidad de resolución numérica con el uso de herramientas de cálculo específicas (Solver de Excel). En lo referente a competencias transversales destacan la mejora en la capacidad de resolución de problemas complejos y el trabajo en grupo. Como punto débil mencionan la dificultad de la tarea y el excesivo tiempo dedicado a la resolución de la misma. Los estudiantes también han valorado de forma muy positiva el aprendizaje “guiado” a través de las tutorías colectivas.

La opinión de los profesores involucrados en esta experiencia, recabada a través de las reuniones de coordinación, también ha sido muy positiva. Consideran que la tarea ha resultado muy útil para facilitar el aprendizaje y la aplicación de contenidos teóricos y prácticos básicos en ambas asignaturas. Además, ha permitido que los estudiantes refuercen su capacidad de análisis y síntesis, mejoren su habilidad de resolución de problemas complejos y se familiaricen con las dificultades del trabajo en grupo. Sin embargo, y tomando como referencia las encuestas de opinión, quizás sería bueno de cara al próximo curso plantear una tarea menos compleja que permita ajustar mejor los tiempos de resolución.

Las calificaciones obtenidas por los alumnos en la tarea han sido muy satisfactorias. En la asignatura de grado IIQ (60 alumnos) la calificación media ha sido 7.7 (5% suspenso, 25% aprobado, 45% notable y 25% sobresaliente). En la asignatura de máster FCIQTF (35 alumnos) la calificación media ha sido 7.8 (3% suspenso, 38% aprobado, 18% notable y 41% sobresaliente). Estos datos corroboran el buen trabajo realizado por los alumnos, el elevado grado de interés mostrado en la realización de la tarea, el gran nivel de conocimientos teóricos y aplicados adquiridos con la realización de la misma y la efectividad de la técnica combinada de aprendizaje basada en el ABP y en la tutoría colectiva.

Referencias

Akinoglu, O., Tandogan, R. (2006). The effects of problem-based active learning in science education on student's academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Sci & Technol.*, 3, 71-81.

Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. (2008). Aprendizaje Basado en Problemas. Disponible en : http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf

Herreid, C.F., Schiller, N.A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 62-66, 2013. Disponible en : <http://archive.aacu.org/pkal/regionalnetworks/documents/CRWG-SPEE-REF-01.pdf>