

## **Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial**

**Susana Lucas Yagüe<sup>a</sup>, M<sup>a</sup> Teresa García Cubero<sup>a</sup>, Mónica Coca Sanz<sup>a</sup>, Gerardo González Benito<sup>a</sup>, Asunción Garrido Casado<sup>b</sup>, Ángel Cartón López<sup>a</sup>, Miguel Ángel Urueña Alonso<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>C/ Doctor Mergelina s/n, 47011-Valladolid. Escuela de Ingeniería Industriales, Universidad de Valladolid, 983 18 40 74, [susana@iq.uva.es](mailto:susana@iq.uva.es), <sup>b</sup>Instituto de Enseñanza Secundaria Emilio Ferrari, Valladolid

---

### ***Abstract***

*A new innovative teaching methodology that combines problem-based learning (PBL) and Flipped Classroom technique has been applied in the subject Environmental and Process Technology, common to all engineering belong to industrial branch. The aim of this learning strategy is that students, from the analysis of a mass balance problem applied to a real industrial process (nitric acid), integrate the knowledge of process engineering with the technology and environmental management. From the initial approach of the problem proposed by the teacher, students study the process in different steps. In the first distance learning session, students make the block diagram of the process and identify the components present in each stream. In a second step, that takes place in a classroom seminar, students start solving basic mass balances with the help of professor. In the third distance learning session, students optimize the mass balance to get certain economic and environmental requirements. The use of this combined guided learning strategy has allowed students entrenched own theoretical content of the subject (process, mass balances, unit operations, etc.) and simultaneously develop certain transferable skills such as the ability for analysis and synthesis, problem solving, decision making, application of computer tools for problem solving (Excel or Matlab) and collaborative work.*

**Keywords:** *Problem Based Learning (PBL), Flipped Classroom, Transferable skills, Environmental Technology, Industrial Engineering.*

### **Resumen**

*En la asignatura Tecnología Ambiental y de Procesos, común a todas las ingenierías de la rama industrial, se ha aplicado una metodología innovadora que combina el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la técnica Flipped Classroom. La finalidad de esta estrategia de aprendizaje es que los estudiantes, partiendo del análisis de un problema de balances de materia aplicado a un proceso industrial real (producción de ácido nítrico), integren los conocimientos propios de la ingeniería de procesos a la que se incorpora la componente de tecnología ambiental. Partiendo de un enunciado del problema perfectamente pautado por el profesor, los alumnos estudian el proceso en diferentes fases. En la primera sesión (no presencial) los estudiantes elaboran el diagrama de bloques del proceso e identifican los componentes presentes en cada corriente. En una segunda etapa, llevada a cabo en un seminario presencial, los alumnos realizan con ayuda del profesor los balances de materia básicos para la resolución del problema. En la tercera sesión (no presencial), los estudiantes optimizan el balance de materia en base a una función de costes y unos requerimientos medioambientales. El empleo de esta estrategia combinada de aprendizaje guiado ha permitido que los alumnos afiancen los contenidos teóricos propios de la asignatura (proceso, balances de materia, operaciones unitarias) 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.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Flipped Classroom, Competencias Transversales, Tecnología Ambiental, Ingeniería Industrial.*

### **Introducción**

En los últimos años el modelo de enseñanza-aprendizaje denominado Flipped Classroom se está posicionando como estrategia docente en todos los niveles de educación incluida la enseñanza universitaria (Aronson y Arfstrom, 2013; Berret, 2012).

El Flipped Classroom (FC) es un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase, junto con la experiencia del docente, para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula.

*S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso*

Flippear una clase es mucho más que la edición y distribución de unos materiales (papers, videos, enlaces a webs, etc.). Se trata de un enfoque integral que combina la instrucción directa con métodos constructivistas, el incremento de compromiso e implicación de los estudiantes con el contenido del curso y mejorar su comprensión conceptual (Baker, 2012; Bergmann y Sams, 2012). Se trata de un enfoque integral que, cuando se aplica con éxito, apoyará todas las fases de un ciclo de aprendizaje (Taxonomía de Bloom).

Cuando los docentes diseñan una flipped classroom, el tiempo de clase se libera para que se pueda facilitar la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo a través de preguntas, discusiones y actividades aplicadas que fomentan la exploración, la articulación y aplicación de ideas.

Los datos rigurosos, tanto cualitativos como cuantitativos, sobre el aprendizaje Flipped son limitados, pero hay una gran cantidad de investigación que apoya la eficacia de los elementos clave del modelo con respecto a las estrategias de enseñanza que conducen a que los estudiantes se involucren más en su aprendizaje (Fulton, 2012; Hamdan et al., 2013; Fortanet et al., 2014).

En general, los profesores que están invirtiendo sus aulas informan sobre mayores logros de los estudiantes, una mayor participación de los mismos y la mejora de las actitudes hacia el aprendizaje. Muchos docentes se sienten revitalizados y satisfechos por su mayor interacción con los estudiantes. La investigación inicial sugiere que el modelo de aprendizaje Flipped es prometedor y merece mayor investigación (Touron, 2013).

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y 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 de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral para transmitir ese contenido (Akinoğlu y Tandogan, 2006).

El ABP permite mejorar la calidad del aprendizaje universitario a nivel de 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).

La utilización de técnicas de innovación educativa combinadas, tal y como muestran las referencias bibliográficas, parece prometedor (Herreid y Schiller, 2013; Fortanet et al., 2014).

Por todo lo anteriormente expuesto, en este trabajo se van a analizar los resultados de la aplicación de una metodología docente basada en la técnica combinada Flipped Classroom y ABP. 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. La resolución se organiza en base a sesiones no presenciales (aprendizaje en grupo en base a unos materiales previos) junto con sesiones presenciales (seminarios para poner aplicar la metodología de resolución de problemas).

## **Objetivos**

El objetivo de esta experiencia de innovación educativa es aplicar una metodología integrada de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Flipped Classroom en la Asignatura común Tecnología Ambiental y de Procesos, que se imparte en los grados de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid. La finalidad de esta innovación docente es comprobar si resulta adecuada para facilitar el aprendizaje de determinados contenidos teóricos de la asignatura, mejorar la estrategia de resolución de problemas complejos y desarrollar determinadas competencias de tipo transversal.

Para cumplir con este 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
2. Diseñar en base a esos contenidos/competencias que se desean adquirir una tarea grupal basada en una metodología ABP y técnica de Flipped Classroom
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

## **Descripción de la experiencia**

### **Contextualización de la asignatura**

La asignatura Tecnología Ambiental y de Procesos es una asignatura obligatoria (1<sup>er</sup> curso, 2<sup>o</sup>cuatrimestre, 6 ECTS) del bloque común a los grados en Ingenierías Industriales impartidos en la Universidad de Valladolid (grados en ingeniería mecánica, química, eléctrica, electrónica, organización industrial).

*S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Urueña Alonso*

El objetivo general de la asignatura es introducir los conceptos básicos y aplicación de procesos y de tecnologías ambientales y sostenibilidad necesarios para el desarrollo profesional del ingeniero en diferentes sectores industriales.

La asignatura, organizada en seis temas, se caracteriza por tener una elevada componente aplicada, que facilita a los alumnos la asimilación de los contenidos abordados en las sesiones teóricas. Sin embargo alguno de los temas, como los dedicados al estudio de la relación entre Industria y Medioambiente (tema 1) e Ingeniería de Procesos: Fundamentos y Diagramas (tema 2), son conceptualmente difíciles de asimilar por parte de los alumnos de primer curso. Estos temas, básicos para el desarrollo del resto del temario, resultan fundamentales para poder entender los conceptos de proceso, operaciones unitarias, balances de materia, contaminación e impacto ambiental. Por ello se han seleccionado estos temas para aplicar la metodología de ABP junto con el modelo Flipped Classroom. Esta estrategia combinada permite el aprendizaje significativo de los contenidos que se abordan en la tarea.

#### **Diseño de la actividad: Tarea basada en un ABP + Flipped Classroom**

La tarea propuesta, en conexión directa con los contenidos abordados en el tema 1 “Industria y medioambiente” y tema 2 “Ingeniería de procesos: Fundamentos y Diagramas”, tiene por objetivo estudiar un proceso industrial de interés desde la componente de ingeniería de proceso y tecnología ambiental. En el proceso propuesto se identificarán las etapas que lo integran (operaciones unitarias), se representará gráficamente mediante la construcción de un diagrama de bloques y, se realizarán los balance de materia necesarios para caracterizar todas las corrientes implicadas (productos, subproductos y residuos). La tarea concluirá con la optimización del proceso productivo en base a un análisis simplificado de costes y unos requerimientos medioambientales (valores límite de emisión de gases).

El proceso seleccionado es la producción de ácido nítrico por oxidación de amoníaco mediante el proceso Ostwald. El proceso está básicamente integrado por 4 etapas: 1) La combustión de amoníaco con la formación de óxido nitroso (NO); 2) La absorción ácida de los gases nitrosos (NO+NO<sub>2</sub>) y formación de ácido nítrico (producto deseado); 3) La absorción alcalina de los gases nitrosos y 4) La inversión de los nitritos con aire para formar nitratos. Los nitratos se pueden emplear como subproducto para la fabricación de fertilizantes. El contenido de óxidos ácidos que se vierte a la atmósfera en este proceso debe estar por debajo de los límites de emisión permitidos por la legislación vigente.

Cada grupo de trabajo, formado por cuatro estudiantes, estudiará con detalle el proceso de obtención de ácido nítrico a través de una serie de etapas o fases pautadas por el profesor. En una primera etapa se les facilita a los estudiantes un enunciado preliminar del proceso productivo que es básicamente descriptivo (sin números para el cálculo) con la finalidad de que éstos, mediante trabajo grupal fuera del aula, identifiquen las etapas del proceso (operaciones unitarias empleadas), los componentes/compuestos presentes en cada corriente y elaboren con ello un diagrama de bloques del proceso y una tabla de corrientes. Al finalizar esta etapa el profesor les da como feedback la corrección de los materiales entregados y les facilita un enunciado final de la tarea que incluye los datos numéricos para la realización de los balances de materia.

En una segunda etapa, que se desarrollará en grupo en un seminario presencial, los alumnos con ayuda del profesor realizarán los balances de materia básicos necesarios para la resolución del problema planteado. Esta sesión presencial será guiada por el profesor y abierta al debate para resolver todas las dudas del balance de materia propuesto.

La tercera etapa, de nuevo fuera del aula, los alumnos deberán implementar los balances de materia propuestos utilizando la herramienta de cálculo Excel o Matlab. Para ello dispondrán de unas plantillas de cálculo facilitadas por el profesor. Además la tarea se completará con la optimización del proceso en base a una función de costes y determinados requerimientos medioambientales (límite de emisión de  $\text{NO}_2$ ). Al final de esta etapa los alumnos enviarán un informe con los pasos seguidos en la resolución de la tarea así como los ficheros de cálculo elaborados.

En la tabla 1 se recogen los objetivos, el desarrollo y la entrega de materiales en cada una de las fases implicadas en la tarea. Se utilizará el curso virtual (bajo la plataforma de software Moodle) de la asignatura para la entrega, recogida, calificación y resolución de dudas de la tarea.

En la evaluación de la actividad se considerarán la calidad de todos los materiales entregados en cada fase del proceso: la hoja resumen cumplimentada durante el seminario, los ficheros de cálculo y el informe final.

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Tabla 1. Objetivos y contenidos abordados en cada fase de la tarea 1

MATERIALES PREVIOS	OBJETIVOS	DESARROLLO	EVALUACIÓN
<b>SESIÓN 1 (No presencial)</b>			
<p><b>PROFESOR:</b> Colgará en Moodle</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Las instrucciones para realizar el seminario y la tarea</li> <li>El enunciado preliminar de la tarea (sin datos numéricos)</li> <li>La plantilla Excel vacía con la tabla de corrientes</li> </ol>	<p><b>ESTUDIANTES:</b></p> <p>Comprender el proceso productivo propuesto</p> <p>Identificar las operaciones unitarias que intervienen</p> <p>Elaborar el diagrama de bloques del proceso</p> <p>Construir una tabla de corrientes del proceso indicando todos los componentes</p>	<p><b>ESTUDIANTES:</b> (Fuera del aula). Labor grupal</p> <p><b>ENTREGABLES:</b></p> <p>Fichero pdf con <b>diagrama de bloques y plantilla Excel</b> con tabla de corrientes (indicando con una cruz los componentes en cada corriente)</p>	<p><b>PROFESOR:</b></p> <p>Cuelga en moodle la solución del diagrama de bloques y la plantilla cumplimentada con la tabla de corrientes</p> <p>Devuelve a cada grupo los materiales enviados corregidos</p>
<b>SESIÓN 2 (Seminario presencial)</b>			
<p><b>PROFESOR:</b> Colgará en Moodle</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Enunciado definitivo de la tarea (incluye valores numéricos)</li> <li>Plantilla Excel vacía para cumplimentar con los resultados numéricos</li> <li><b>ESTUDIANTES:</b> (Fuera del aula). Labor grupal</li> </ol> <p>Deben leer el enunciado definitivo y anotar sobre su diagrama de bloques los valores conocidos antes de realizar el balance de materia</p>	<p><b>ESTUDIANTES:</b></p> <p>Aplicar la metodología de resolución de balances de materia</p> <p>Interpretar los resultados numéricos obtenidos</p>	<p><b>PROFESOR:</b> Orientará a los estudiantes en la resolución de los balances de materia y responderá a todas las dudas que surjan respecto a los mismos</p> <p><b>ESTUDIANTES:</b> Resolverán en grupo los balances de materia</p> <p><b>ENTREGABLES:</b> <b>Hoja resumen</b> con los balances de materia planteados y las corrientes calculadas</p>	<p><b>PROFESOR:</b></p> <p>Corrige y evalúa los balances de materia entregados</p> <p>Devuelve a los estudiantes los materiales corregidos para que reorienten y completen la tarea</p>
<b>SESIÓN 3 (No presencial)</b>			
<p><b>ESTUDIANTES:</b> (Fuera del aula). Labor grupal</p> <p>Deben completar los balances de materia empleando Excel o Matlab y optimizar el balance de materia en base a criterios económicos y medioambientales</p>	<p><b>ESTUDIANTES:</b></p> <p>Afianzar los conocimientos y aplicación de balances de materia</p> <p>Emplear herramientas de cálculo para la resolución</p>	<p><b>ESTUDIANTES:</b></p> <p><b>ENTREGABLES:</b> <b>Informe</b> con la resolución detallada de la tarea y los <b>ficheros de cálculo</b> (Excel o Matlab) generados</p>	<p><b>PROFESOR:</b></p> <p>Cuelga en moodle la solución de la tarea</p> <p>Devuelve a cada grupo los materiales corregidos</p> <p>Evalúa la tarea entregada</p>

## **Resultados**

Con la finalidad de valorar los resultados de la aplicación de la metodología de caso como estrategia de aprendizaje se elaboró un **cuestionario de opinión** que cumplimentaron los alumnos al finalizar la experiencia (ver Figura 1).

El formulario contempla 15 cuestiones, puntuadas en una escala 1 a 4 (completamente en desacuerdo a completamente de acuerdo), que se organizan en 3 bloques de preguntas que abarcan aspectos relacionados con la organización de la tarea, el nivel de aprendizaje de contenidos teóricos y el grado de desarrollo de competencias transversales. El formulario incluye un apartado donde el estudiante puede realizar una valoración global de la tarea y comentar los aspectos positivos y aquellos susceptibles de mejora.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los cuestionarios cumplimentados por los estudiantes (57 respuestas de 60 alumnos) se muestran en la Figura 2a.

En cuanto a la **organización de la tarea** (preguntas 1 a 5), un 84% de los encuestados considera que las pautas aportadas por el profesor para la realización de la tarea han sido útiles y que el campus virtual les ha facilitado la entrega de ficheros y la resolución de dudas a través de los foros (74%). Sin embargo un 74% considera que la tarea no ha estado bien organizada y un porcentaje importante (38%) creen que el tiempo proporcionado para la preparación del seminario y la entrega de la tarea final ha sido insuficiente.

En lo referido al **desarrollo de competencias específicas** (preguntas 6 a 10), los resultados son sumamente satisfactorios, el 86% considera que los contenidos de la tarea se ajustan al programa de la asignatura, la tarea les ha ayudado a comprender el funcionamiento de un proceso y su representación gráfica mediante diagramas de bloques (80%), el fundamento de diferentes operaciones unitarias (84%) y la aplicación práctica de los balances de materia (86%). Sin embargo el 64% considera que la tarea no les ha permitido aprender a manejar la herramienta Solver de Excel como apoyo a la resolución numérica de los balances de materia.

Con respecto al **desarrollo de competencias transversales** adquiridas o afianzadas con la realización de la tarea (preguntas 11 a 15), los resultados también han sido realmente satisfactorios. El 76% de los estudiantes considera que han mejorado su habilidad para la resolución de problemas complejos, el 78% la capacidad de análisis y síntesis, el 90% que han trabajado en equipo de forma eficaz, el 86% que han potenciado el pensamiento crítico y la toma de decisiones y el 78% parece haber mejorado con la tarea su conocimiento de vocabulario técnico en inglés (el enunciado de la tarea estaba redactado en inglés).

La valoración global de la tarea (pregunta 16) ha sido positiva para el 78% de los encuestados.



S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Figura 1. Cuestionario de opinión de la tarea 1

## CUESTIONARIO OPINIÓN TAREA 1 (SEMINARIO 1)

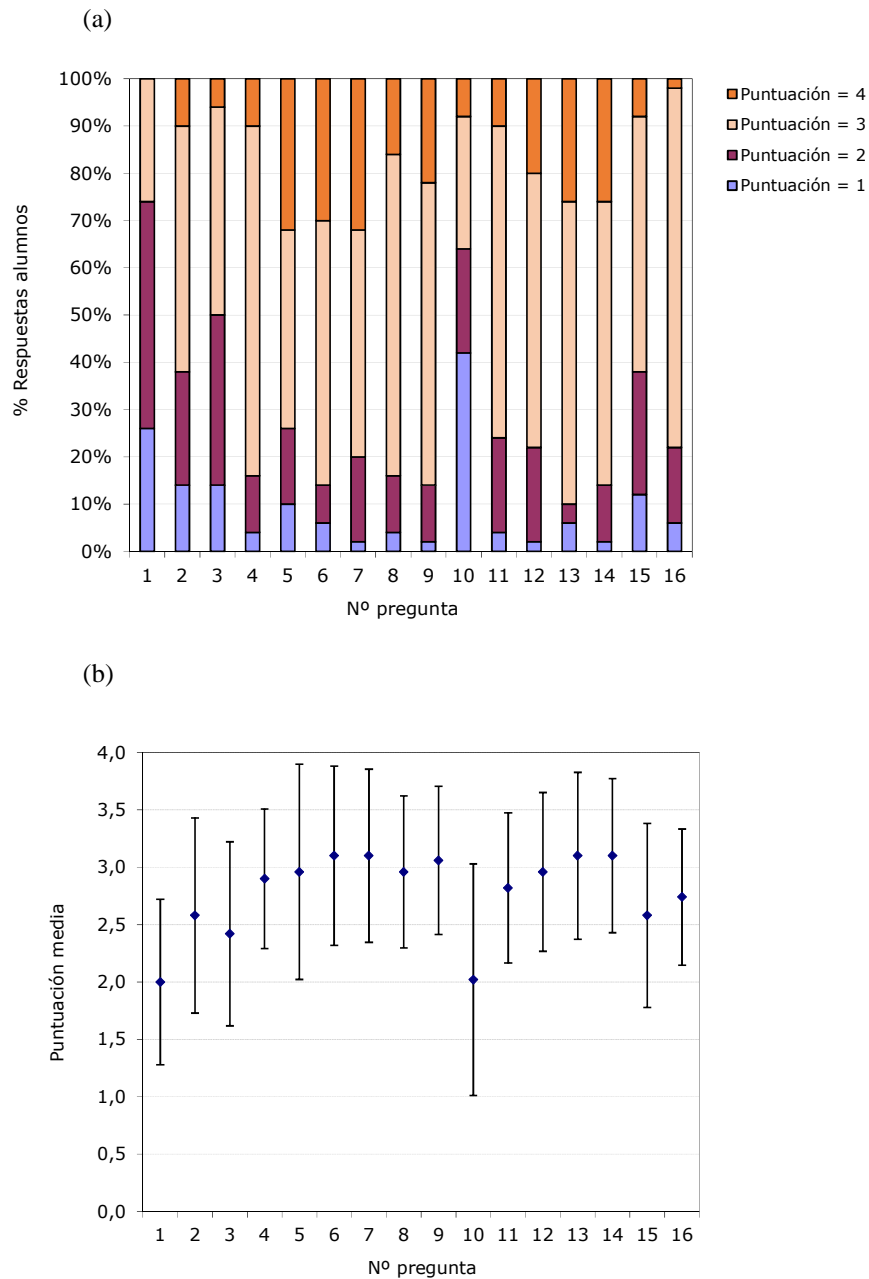
Valore los siguientes aspectos de la Tarea 1 utilizando una escala de puntuación del 1 al 4, siendo:

1. Completamente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. De acuerdo
4. Completamente de acuerdo

	1	2	3	4
<b>ORGANIZACIÓN</b>				
1. La tarea está bien organizada: el enunciado es claro, se conoce la información a presentar en cada fase del trabajo y qué hay que incluir en la memoria final				
2. El tiempo para la preparación del seminario y la tarea final es adecuado				
3. La duración del seminario se ajusta a los objetivos establecidos				
4. Las pautas de resolución dadas por el profesor son útiles para realizar la tarea				
5. El campus virtual facilita la entrega de ficheros y la resolución de dudas				
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>				
6. Los contenidos de la tarea se ajustan al programa de la asignatura				
7. La tarea ayuda a comprender el funcionamiento básico de un proceso mediante su representación gráfica mediante diagramas de bloques				
8. La tarea permite comprender mejor el fundamento de determinadas operaciones unitarias (reacción, absorción, etc.)				
9. La tarea es adecuada para la resolución de balances de materia				
10. La tarea permite conocer el manejo de la herramienta Solver de Excel como apoyo a la resolución numérica de los balances de materia				
<b>COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>				
11. La tarea permite mejorar la habilidad de resolución de problemas complejos				
12. La tarea permite mejorar la capacidad de análisis y síntesis				
13. La tarea facilita el desarrollo de trabajo en grupo de forma eficaz				
14. La tarea potencia el pensamiento crítico y la toma de decisiones				
15. La tarea permite conocer determinado vocabulario técnico en inglés				
<b>GRADO DE SATISFACCIÓN GENERAL</b>				

En caso de que en alguna de las preguntas la puntuación sea 1-2, explicar por qué.

**Figura 2. Resultados del cuestionario de opinión de la tarea 1 cumplimentados por los estudiantes: a) Porcentaje de respuestas a cada pregunta en cada categoría de evaluación b) Valores medios de cada pregunta y su desviación estándar**



*S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso*

Como se puede ver en la Figura 2b, todos los aspectos evaluados en la encuesta han recibido una puntuación media superior a los 2.5 puntos en una escala de 1 a 4. Los dos aspectos peor valorados, como se ha comentado previamente, han sido la organización de la tarea (claridad del enunciado y materiales a entregar en cada fase del trabajo) y el aprendizaje de la herramienta de cálculo Solver de Excel, con puntuaciones de 2.0, en ambos casos. Por el contrario parecen estar muy satisfechos con el aprendizaje de competencias específicas (representación de procesos mediante diagrama de bloques, fundamento de operaciones unitarias y estrategia de resolución de balances de materia) y de competencias transversales (capacidad de análisis y síntesis, trabajo en grupo, pensamiento crítico y toma de decisiones), con puntuaciones medias en todos los casos superiores a 3.0.

El grado de satisfacción general de los estudiantes que han realizado la tarea es muy bueno (el 78% asignan una puntuación de 3 ó 4 puntos en la escala 1 a 4).

La opinión de los profesores involucrados en esta experiencia, recabada en las reuniones de coordinación de los profesores, también ha sido muy positiva. Consideran que la tarea, tal y como se ha planteado, ha resultado muy útil para los alumnos puesto que les facilita el aprendizaje y la aplicación de contenidos teóricos y prácticos básicos (descripción de procesos mediante su representación con diagrama de bloques, operación unitaria, aplicación de balances de materia, herramientas de cálculo para la resolución de problemas). Además la tarea permite que el estudiante refuerce su capacidad de análisis y síntesis, mejore su habilidad de resolución de problemas complejos y se familiarice con las dificultades del trabajo en grupo. Sin embargo, y tomando como referencia los resultados de las encuestas de opinión, sería bueno de cara al próximo curso realizar un nuevo planteamiento de la tarea. La tarea debería ser menos compleja y eso permitiría ajustar mejor los tiempos de duración del seminario y la tarea. Además con carácter previo al seminario se debería facilitar a los estudiantes unas pautas básicas de resolución para orientarles mejor en la secuencia de trabajo. Esto último permitiría una mejor adaptación de los objetivos propuestos en la tarea al nivel de aprendizaje y comprensión de alumnos de primer curso. Sería adecuado disponer de más tiempo para discutir con los grupos la utilización de la herramienta de cálculo de Excel, desconocida para la mayor parte de ellos.

En lo referido a las **calificaciones asignadas** a los alumnos en la tarea, los resultados han sido buenos. En esta evaluación se han considerado todos los materiales entregados: hoja resumen cumplimentada durante el seminario, los ficheros de cálculo y el informe final.

De los 57 alumnos evaluados se puede afirmar que el 19% han obtenido una calificación de aprobado (puntuación entre 5 y 7), 33% de notable (puntuación entre 7 y 9) y el 47% restante de sobresaliente. Estos datos corroboran el buen trabajo realizado por los alumnos, el elevado grado de interés mostrado en la realización de la tarea y el buen nivel de conocimientos teóricos y aplicados adquiridos con la realización de la misma.

## **Conclusiones**

En la asignatura de Tecnología Ambiental y de Procesos se ha aplicado una nueva estrategia metodológica que combina el Aprendizaje Basado en Problemas y la técnica de Flipped Classroom. El resultado de la experiencia de innovación docente, basada en la realización de una tarea de resolución de problemas guiada, ha resultado ser muy satisfactorio tanto para los estudiantes como para el profesorado involucrado.

Esta metodología docente ha permitido que los alumnos tengan una visión integrada de dos partes fundamentales de la asignatura, la dimensión de proceso y la componente ambiental. El planteamiento de la tarea en base a un problema de balances de materia real ha permitido que los estudiantes afiancen algunos contenidos teóricos propios de la disciplina, entre los que destacan el concepto de proceso, operación unitaria y balance de materia. Los estudiantes han mejorado de forma importante su capacidad de resolución de problemas al enfrentarse a un problema complejo que se ha ido simplificando en base a una técnica de flipped classroom (sesiones no presenciales y seminario). Además de forma colateral los estudiantes han mejorado sus competencias transversales entre las que cabe mencionar la capacidad de análisis y síntesis, la capacidad de resolución de problemas, el trabajo en grupo y el razonamiento crítico. Los estudiantes se han sentido protagonistas de su propio aprendizaje y muy motivados. Por otro lado esta metodología, que presenta un gran potencial para facilitar el aprendizaje de contenidos y competencias transversales, adolece de efectividad si no se plantea de forma adecuada. En este caso las dos debilidades que se han manifestado en su planteamiento han sido que el tiempo programado para la actividad ha sido algo insuficiente y relacionado con ello, la carga de trabajo y la complejidad ha sido excesiva. Por ello, y de cara a un futuro planteamiento de esta tarea u otras similares, se deben considerar un problema más acotado o dedicarle más sesiones presenciales a su resolución.

## **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, Science & Technology*, 3, 71-81.
- Aronson, N., Arfstrom, K.M. (2013). *Flipped Learning in Higher Education*. Flipped Learning Network & Kenneth Tam, Pearson. Disponible en : <http://www.flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/41/HigherEdWhitePaper%20FINAL.pdf>

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Baker, C. (2012). Flipped classrooms: Turning learning upside down: Trend of “flipping classrooms” helps teachers to personalize education. Deseret News. Disponible en : <http://www.deseretnews.com/article/765616415/Flipped-classrooms-Turning-learning-upside-down.html>

Bergmann, J, Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. Iste ASCD.

Berret, D. (2012). How ‘flipping’ the classroom can improve the traditional lecture. The Chronicle of Higher Education. Disponible en : <http://chronicle.com/article/How-Flipping-the-%20Classroom/130857/>

Fortanet, C.F., González Díaz, C., Mira Pastor, E., López Ramón, J.A. (2014). Aprendizaje cooperativo y flipped classroom. Ensayos y resultados de la metodología docente. Departamento de Comunicación y Psicología Social. Universidad de Alicante. Disponible en : <http://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes/documentos/2013-posters/333377.pdf>

Fulton, K. (2012). Inside the flipped classroom. The Journal. Disponible en : <http://thejournal.com/%20articles/2012/04/11/the-flipped-classroom.aspx>

Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., Arfstrom, K.M. (2013). A review of flipped learning. Flipped Learning Network, <http://www.flippedlearning.org/review>

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>

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](http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf)

Touron, J. (2013). Eficacia del modelo flipped classroom. ¿qué dice la investigación? Talento y Educación. Disponible en : <http://www.javiertouron.es/2013/07/eficacia-del-modelo-flipped-learning.html>