

Experiencia piloto de aula invertida para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Termodinámica Técnica

Begoña Peña^a, Ignacio Zabalza, Sergio Usón, Eva María Llera, Amaya Martínez, Luis Miguel Romeo

Universidad de Zaragoza – Departamento de Ingeniería Mecánica (España) ^a e-mail: bpp@unizar.es.

Abstract

The European Higher Education Area stands for important changes in the teaching-learning model in the university context, specifically requires a deep revision of the roles of teachers and students. In this sense, the so-called flipped classroom model (FCM) shifts the traditional information transfer at home by means of digital resources, allowing to apply active methodologies in the attendant classes. This procedure results in an increase of the students motivation and a deeper learning degree.

The present paper gathers the results obtained in the subject of Engineering Thermodynamics of the Degree in Industrial Technologies Engineering during the first semester of the 2016-2017 academic course within a teaching innovation project with the objective of improving the exploitation of the attendance classes.

An opinion poll shows that the traditional model is followed almost in all of the subjects, while just the 28% of students considers that their use of attendance classes is high. After the implementation of FCM in an essential lesson of the subject, a 51% of them consider the learning level was high. The percentage of the students which pass the final exam increase in 18 points regarding to previous courses, meaning a substantial improving in satisfaction degree and learning level.

Keywords: *flipped classroom, active methodologies, engineering education, University innovation*

Resumen

El Espacio Europeo de Educación Superior conlleva cambios importantes en el modelo de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario, exigiendo una revisión del papel de profesor y estudiante. En este sentido, el modelo de aula invertida (FCM) desplaza la tradicional transferencia de información fuera del aula mediante recursos digitales, permitiendo aplicar metodologías activas en las clases presenciales. Esto se traduce en un aumento de la motivación de los estudiantes y en un aprendizaje más profundo.

El presente trabajo recoge los resultados obtenidos en la asignatura de Termodinámica Técnica del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales durante el primer semestre del curso académico 2016-2017, desarrollado en un proyecto de innovación docente con el objetivo de mejorar el aprovechamiento de las clases presenciales.

Una encuesta previa muestra que el modelo tradicional se sigue en casi todas las clases, mientras que sólo el 28% de los estudiantes consideran que su aprovechamiento es alto. Después de la implementación de FCM en una lección esencial de la asignatura, el 51% de ellos consideró que el nivel de aprendizaje era alto. El porcentaje de estudiantes que superaron el examen final aumentó en 18 puntos respecto a cursos anteriores, lo que significa una mejora sustancial en el grado de satisfacción y en el nivel de aprendizaje.

Palabras clave: *clase invertida, metodologías activas, enseñanza de la ingeniería, innovación universitaria.*

Introducción

La idea de "invertir el aula" ha sido propuesta y desarrollada en los últimos años por diversos autores (Lage 2000, Baker 2000, Baker 2012, Bergmann 2012) con el objetivo de trasladar fuera del aula las actividades que tradicionalmente se desarrollan en las clases presenciales, y viceversa. Este modelo pedagógico conocido como clase invertida (*flipped classroom*) presenta muchas ventajas frente al modelo tradicional de clase centrada en la transferencia de información del profesor al alumno:

- permite implantar en el aula metodologías activas que de otro modo no tendrían cabida por cuestiones de tiempo,
- el profesor puede detectar dificultades en la comprensión de ciertos conceptos o procedimientos e incidir más en ellos,
- las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) se integran de manera natural en el proceso de aprendizaje,
- el alumno cobra protagonismo en las clases presenciales, aumentando su grado de motivación y de satisfacción y consiguiendo un aprendizaje más profundo,
- el profesor puede realizar una mejor gestión de la diversidad,
- ciertas competencias transversales, como el trabajo en grupo, se pueden trabajar y evaluar en el aula.

Este modelo fue inicialmente adoptado en las escuelas de Primaria y Secundaria, para más recientemente llegar a la Universidad. Actualmente se está implantando en los mejores centros de enseñanza del mundo, como el Shireland Collegiate Academy (Inglaterra), la Universidad de Harvard o el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). En España, la Universidad Politécnica de Valencia es pionera en su implantación en cursos completos de varias titulaciones, contando con una buena acogida entre los alumnos (UPV, 2017).

En la bibliografía puede encontrarse un buen número de trabajos en el campo de la Ingeniería, entre otros, utilizando diferentes recursos y metodologías: aprendizaje basado en proyectos (Alba, 2017), video-tutoriales distribuidos en plataformas de Internet junto con breves cuestionarios de seguimiento (Morera, 2017), gamificación en el aula (Artal-Sevil, 2017), uso de entornos virtuales o software específico (Gutiérrez, 2017; Fita, 2017), etc. En todos ellos, se obtuvieron resultados positivos, pudiendo cubrir un temario más extenso, aumentando el grado de satisfacción de los estudiantes y mejorando los resultados de aprendizaje.

La gran diversidad de metodologías y recursos utilizados en estos trabajos pone de manifiesto que el modelo de aula invertida (FCM) es mucho más que grabar videos para sustituir a las clases magistrales. El rol del profesor cambia, eso es cierto, pero sigue teniendo un papel esencial en el aprendizaje del estudiante para seleccionar los recursos y metodologías de trabajo, para planificar, guiar y servir de apoyo en las actividades de aprendizaje y para evaluar tanto los resultados alcanzados por el estudiante, como el éxito del proceso en sí (Tourón, 2015).

Los autores de esta ponencia han querido sumarse a estas iniciativas mediante un proyecto de innovación docente en el que llevar a cabo una experiencia piloto sobre clase invertida en diversas asignaturas y titulaciones de Ingeniería en la Universidad de Zaragoza. Aquí se presentan los resultados recogidos en un caso concreto.

1. Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es mostrar los resultados obtenidos en la asignatura de segundo curso de “Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transmisión de Calor” del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. Esta experiencia piloto se ha desarrollado durante el primer semestre del curso académico 2016-2017 en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, dentro del proyecto de innovación docente antes mencionado, con el objetivo de mejorar el aprovechamiento de las clases presenciales y los resultados de aprendizaje, como consecuencia de una mayor preparación, motivación y participación del estudiante.

En este trabajo se recogen, concretamente, los principales resultados y conclusiones derivados de los siguientes objetivos parciales:

- Seleccionar y elaborar materiales y estrategias de enseñanza para que el alumno prepare en casa los contenidos de la asignatura antes de la clase presencial.
- Seleccionar y elaborar materiales y estrategias de enseñanza para un mejor aprovechamiento de las clases presenciales.
- Seleccionar herramientas TIC adecuadas para facilitar el proceso de aprendizaje y aumentar la motivación del alumno, sin que aumente excesivamente el tiempo requerido para su corrección y evaluación.
- Desarrollar formularios para evaluar el éxito de la experiencia piloto.

- Llevar a cabo la experiencia piloto, recogiendo y analizando la información para evaluar el éxito de la misma, en base a los resultados de aprendizaje y a la satisfacción de alumnos y profesores.

2. Desarrollo de la innovación

La experiencia piloto sobre FCM se realizó en el Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales de la Universidad de Zaragoza, concretamente en la asignatura "Termodinámica Técnica y Fundamentos de la Transferencia de Calor", que se imparte durante el primer cuatrimestre del segundo curso. La asignatura cuenta con 6 ECTS, equivalentes a 150 horas de trabajo, correspondientes a 45 horas de clases presenciales de teoría y resolución de problemas, 15 horas de prácticas de laboratorio y 90 horas de trabajo personal del alumno (estudio individual, resolución de problemas y cuestiones con o sin la supervisión y evaluación del profesor).

Siendo un primer contacto con algunas metodologías tanto para profesores como para estudiantes, las diferentes estrategias y herramientas se han aplicado sólo a ciertas partes de la asignatura, para evaluar su idoneidad y efectividad para el objetivo planteado y para identificar posibles problemas o posibilidades de mejora antes de su implementación en una asignatura completa. Para ello se han abordado los siguientes aspectos:

- Mejorar el aprovechamiento académico durante las prácticas de laboratorio.
- Poner a prueba diferentes herramientas TIC para la implementación de la metodología *one minute paper*.
- Aplicar el FCM en una lección esencial de la asignatura.

2.1. Metodología general

La metodología seguida en el proyecto se resume en la Figura 1.

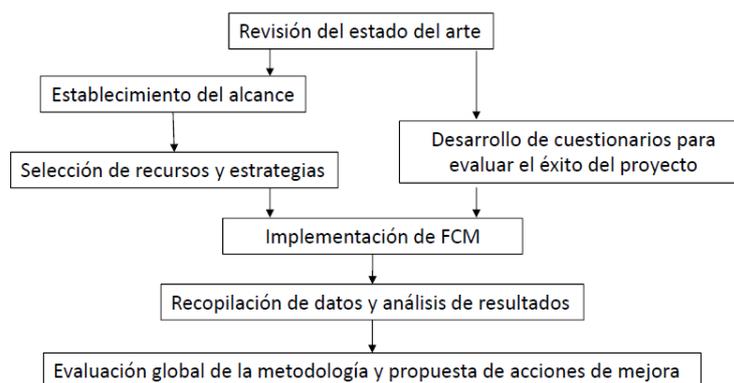


Fig. 1 Resumen general de la metodología seguida en el proyecto de innovación docente.

En primer lugar, se llevó a cabo una revisión del estado del arte sobre metodologías activas, herramientas libres de TIC en Internet y sobre el modelo de aula invertida. De acuerdo con esto, se estableció el alcance de la experiencia.

Por un lado, con el fin de lograr el máximo impacto en la calificación final académica, se seleccionó la Lección 2 de la asignatura, titulada "Propiedades termodinámicas de sustancias puras", para la plena implementación del modelo FCM. Es una lección esencial en la que el alumno aprende diferentes procedimientos para el cálculo y representación de propiedades: diagramas, tablas y modelos. Tales procedimientos son la base del resto de la asignatura, ya que las propiedades de las sustancias son necesarias para el análisis termodinámico de cualquier sistema energético.

Por otro lado, se abordó el problema de la desincronización temporal entre las clases magistrales y las prácticas de laboratorio, que a veces no se pueden evitar por la rigidez del horario oficial, tanto para mejorar la satisfacción del estudiante como para aprovechar al máximo la asistencia a esas sesiones.

El siguiente paso fue la selección de los recursos y las estrategias a aplicar. La Tabla 1 resume las actividades desarrolladas por los estudiantes durante el proceso de aprendizaje en el marco del presente proyecto.

Las tareas destacadas en negrita son elementos de evaluación que forman parte de la calificación global a las que hay que añadir el examen final. Dichas actividades incluyen tanto las que se orientan hacia las prácticas de laboratorio, como las asociadas a las clases presenciales. Se explican con detalle en las subsecciones 2.2 y 2.3, respectivamente.

Tabla 1. Actividades planificadas dentro y fuera del aula

	Sesiones prácticas	Clases
Trabajo previo	<ul style="list-style-type: none">• Visualización de videos• Resolución de cuestiones	<ul style="list-style-type: none">• Estudio con textos• Visualización de videos
Trabajo presencial	<ul style="list-style-type: none">• Resumen del profesor• Resolución de dudas• Resol. de problemas complejos• Aprendizaje del uso de software• Entrega de resultados	<ul style="list-style-type: none">• Resumen del profesor• Resolución de dudas• Aprendizaje basado en problemas• Gamificación con Kahoot!
Trabajo posterior		<ul style="list-style-type: none">• Resol. problemas complejos• Entrega de los resultados• Resolución de cuestionarios

Simultáneamente, se diseñaron y desarrollaron diferentes cuestionarios y formularios para cuantificar la mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje y para evaluar el grado de satisfacción de los alumnos, como se detalla en la subsección 2.4.

Después de la implementación de estas actividades, el equipo de investigación recolectó y analizó los datos de los cuestionarios para realizar una evaluación global de la metodología y proponer futuras acciones de mejora.

2.2. Materiales y estrategias para las prácticas

El objetivo principal con respecto a las prácticas de laboratorio ha sido facilitar la comprensión de la teoría relacionada, ya que en la mayoría de los casos existe un desfase temporal con las clases teóricas correspondientes. Las sesiones prácticas consisten en una breve explicación inicial por parte del profesor para posteriormente resolver diferentes casos de estudio. Los estudiantes recogen datos de un sistema experimental o virtual y aplican el procedimiento termodinámico para calcular ciertas variables o parámetros de funcionamiento.

La estrategia seguida se basa en una combinación de videos desarrollados por el grupo de profesores sobre el tema de la sesión de laboratorio de unos 10 minutos (Zabalza, 2016) con la lectura de un capítulo de un libro (Peña, 2009) que incluye un resumen de los principales contenidos teóricos. Tras este trabajo individual, el estudiante completa un cuestionario que entrega al comienzo de la sesión de prácticas. Durante la misma, resuelve los problemas planteados en el guion y al finalizarla entrega los resultados para su evaluación.

2.3. Materiales y estrategias para las clases presenciales

Como se ha mencionado, el modelo FCM se implementó en la Lección 2 “*Propiedades termodinámicas de sustancias puras*”, ya que es la base de las lecciones posteriores. En cualquier caso, a lo largo del curso, el estudiante dispone de las transparencias de la próxima sesión a través de la plataforma Moodle y de la bibliografía recomendada para preparar el tema en casa. Las siguientes subsecciones se refieren principalmente a las clases presenciales de la lección bajo análisis, aunque algunas actividades de evaluación se realizan a lo largo de todo el curso.

2.3.1. Preparación fuera del aula

Los recursos y metodologías para trabajar fuera del aula están relacionados con actividades que el estudiante desarrolla antes y después de las clases. Con respecto a los primeros, se han proporcionado textos didácticos propios y recursos audiovisuales propios y ajenos (Zabalza, 2016; Zabalza, 2017) mediante la plataforma Moodle en el campus virtual de la Universidad de Zaragoza.

Además, se ha investigado la posibilidad de incluir comentarios y preguntas durante los videos como una forma efectiva de enfatizar ciertos conceptos o errores habituales. Edpuzzle es una plataforma gratuita de Internet que permite administrar fácilmente videos propios o videos de Internet (youtube, vimeo, etc.) para la inclusión de notas o comentarios cortos, con la ventaja de disponer de un entorno virtual donde el trabajo individual del estudiante queda registrado para ser analizado o evaluado. En el presente trabajo se ha implementado esta técnica para evaluar su aceptación por parte de los alumnos y sus ventajas y desventajas con respecto a la evaluación y a los procesos de aprendizaje.

En cuanto a las actividades a desarrollar después de clase, se desarrollaron cuestionarios para la evaluación y autoevaluación en la plataforma de Moodle para cada tema. Los primeros forman parte de la nota final, mientras que los últimos son un recurso de aprendizaje con el que el estudiante obtiene una retroalimentación inmediata. Además, los estudiantes entregan un informe de resultados sobre diferentes problemas de cierta complejidad después del final de cada lección que también forman parte de la nota final.

2.3.2. Metodología dentro del aula

Con el fin de aprovechar el tiempo de clase, se ha evaluado la utilidad de varias metodologías activas. En base a la experiencia previa, se ha considerado que la opción más adecuada es el aprendizaje basado en problemas (ABP) combinado con el aprendizaje colaborativo para promover la adquisición de habilidades técnicas y la capacidad de trabajo en equipo. Además, se ha decidido utilizar una variante de la metodología *one minute paper* (OMP, Bain 2006) para mejorar la atención de los estudiantes durante las clases, basada en herramientas como Socrative, Kahoot! o GoogleForms, ya que presentan muchas ventajas con respecto al OMP tradicional. Concretamente se ha utilizado la herramienta Kahoot!, por sus ventajas adicionales derivadas de la gamificación (Artal-Sevil, 2017).

2.4. Materiales y estrategias para las clases presenciales

Esta actividad se centra en el diseño de una plantilla de observación y de varios cuestionarios con diversos propósitos. La plantilla de observación consiste de una tabla que reúne información sobre la experiencia en el aula, incluyendo datos generales, datos específicos de la sesión, incidencias y posibilidades de mejora (Peña, 2017).

Para la evaluación de la experiencia piloto, se han desarrollado dos cuestionarios: en primer lugar, una encuesta general respondida por los estudiantes antes de aplicar el modelo FCM sobre su experiencia y opinión relacionada con las clases universitarias y, en segundo lugar, una encuesta de satisfacción para ser respondida después de la experiencia piloto. Además, la evaluación de cada video educativo se ha realizado y analizado a través de una encuesta muy breve con sólo cinco preguntas de la escala de Likert para promover la participación. Los detalles de este trabajo se recogen en (Zabalza, 2017).

3. Resultados

2.5. Uso de los videos

La actividad sobre el uso de los videos se ha registrado en Moodle para su posterior análisis. Los videos correspondientes a la preparación de las sesiones prácticas tienen un valor medio de 65 visualizaciones por video, habiendo sido vistos en torno a dos veces por el 50% de los estudiantes. Los videos asociados a la aplicación del modelo FCM en la Lección 2 tienen más de 300 visualizaciones de media por video, habiendo sido consultados por el 92% de los estudiantes alrededor de 5 veces.

Con respecto a la inserción de comentarios y cuestiones en los videos a través de EdPuzzle, la experiencia desde el punto de vista del profesor fue positiva, ya que su preparación fue rápida y sencilla. Sin embargo, tan solo un 30% de los estudiantes vió el video, indicando que el hecho de tener que registrarse en otra plataforma desanimó a un buen número de estudiantes. Por otro lado, el 100% de los estudiantes que lo vieron consideraron que este formato es más claro y más útil para su proceso de aprendizaje.

2.6. Encuestas de opinión

La encuesta inicial, respondida por 46 alumnos, se compone de cinco preguntas sobre las metodologías de enseñanza utilizadas en otras asignaturas y sobre su propia experiencia. La Figura 3 muestra la opinión de los alumnos sobre las clase magistral tradicional.

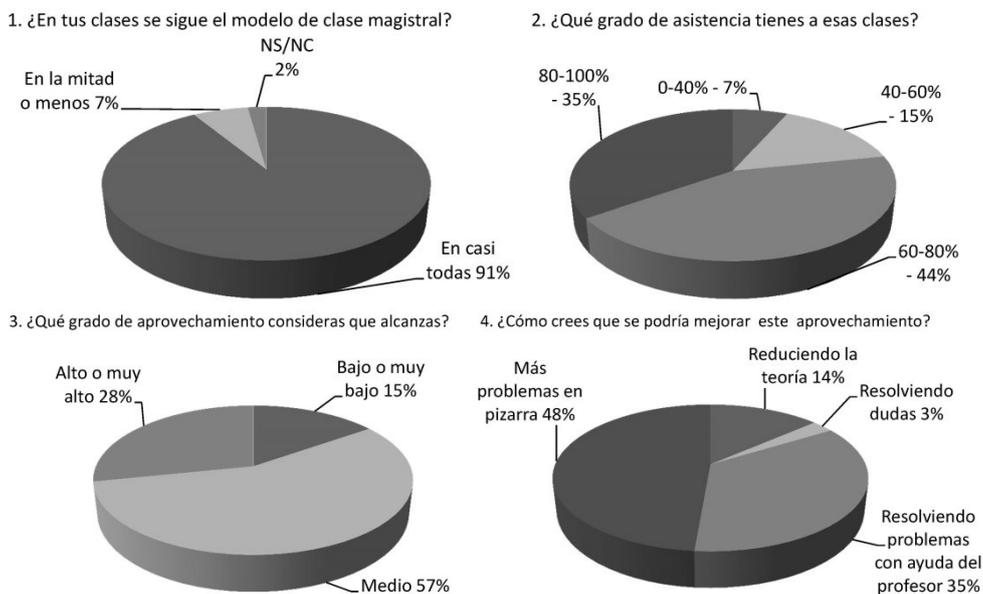


Fig. 3 Opinión de los estudiantes sobre la clase magistral y el aprovechamiento que hacen de ella .

La última pregunta del test, no mostrada en la Figura 3, era relativa al grado de satisfacción de otras metodologías de enseñanza conocidas por los estudiantes. Alrededor de la mitad de los estudiantes tiene un grado de satisfacción del 50% con el método basado en proyectos. El mismo porcentaje considera que las TIC promueven la participación. Con respecto al uso de videos con fines didácticos, el 15% de los alumnos encuestados tiene un grado de satisfacción del 57% . La mejor valoración fue para el método de aprendizaje basado en problemas con un 74% otorgado por un 20% de los estudiantes.

Tras la experiencia piloto en FCM, se recabó información con una encuesta acerca del grado de satisfacción de los estudiantes. El 47% de los encuestados consideró muy útiles los recursos de Moodle, un 34% los consideraron interesantes pero no dedicaron suficiente tiempo para trabajar con ellos, el 11% sugiere la inclusión de textos preparados por el profesor y sólo un 6% considera que quitan tiempo de estudio.

El 70% de ellos afirman haber asistido a todas o casi todas las clases de la Lección 2 en la que se centró la experiencia piloto de FCM. El 44% prefiere el FCM, mientras que el mismo porcentaje prefiere el modelo tradicional. El 10% restante sugiere una combinación de ambos métodos. Acerca del grado de satisfacción, se obtuvo un claro aumento en el aprovechamiento de las clases presenciales: del 28% mostrado en la Figura 3 a un 51% de alumnos que lo consideraron alto o muy alto.

En cuanto a cómo mejorar la implementación del modelo FCM, un 38% solicita los recursos en Moodle con más antelación, un 47% reconoce que deben dedicar más tiempo a estudiar antes de la clase, y un 12% solicita más problemas resueltos por el profesor.

El 30% que no asistió a las clases de la Lección 2 respondió a la pregunta de cómo aumentar la motivación para asistir a clase. El 56% prefiere más problemas resueltos por el profesor, el 25% requiere más tiempo para trabajar en casa antes de las clases presenciales y el 23% reconocen que deberían invertir más tiempo en los recursos de Moodle.

Se ha realizado un análisis cruzado para identificar sesgos o relaciones ocultas. El resultado más sorprendente es que todos los estudiantes con un aprovechamiento muy bajo o muy alto de las clases prefieren el nuevo modelo. El estudiante promedio parece ser más tradicional mientras que los estudiantes más motivados y los menos adaptados al sistema actual están más abiertos al modelo FCM.

En este sentido hay que hacer notar que un 34% de los estudiantes matriculados no estaban en clase para hacer la encuesta y es posible que el FCM les motive más para asistir a clase que el modelo tradicional. En futuros cursos se tratará de hacer la encuesta el primer día de clase, para que la respondan el mayor número posible de alumnos o dar la opción de responderla a través de Moodle.

2.7. Evaluación del éxito de las actividades orientadas a las sesiones prácticas

El uso de videos ha demostrado ser una opción efectiva durante los cursos 2015-2017 para resolver en gran medida el desfase temporal entre las clases en las que se explica la teoría y las sesiones de prácticas (Zabalza, 2016; Zabalza, 2017). Sin embargo, alrededor del 50% de los estudiantes no ve los videos antes de la sesión y, en opinión de los que sí los ven, los contenidos más importantes de los videos no se enfatizan lo suficiente. Observaciones similares se han obtenido en experiencias de clase inversa en la misma titulación (Vidal, 2017; Llácer, 2017), siendo necesarias medidas adicionales para forzar al alumno a preparar la práctica, facilitando a la vez la asimilación de la materia más importante.

Por esta razón, se ha propuesto la siguiente estrategia para el futuro: la resolución de un test obligatorio que debe realizarse antes de las sesiones de laboratorio, con preguntas estrechamente relacionadas con el contenido de cada video en particular. Si es posible, se utilizará la herramienta EdPuzzle (o una equivalente) para insertar las preguntas en el video, registrar las respuestas y evaluar y supervisar la actividad de los estudiantes.

2.8. Evaluación del éxito de las actividades orientadas a las sesiones en el aula

Las principales observaciones durante la experiencia piloto sobre FCM en la Lección 2 de la asignatura se resumen en Tabla 2.

Tabla 2. Observaciones y posibilidades de mejora sobre la implementación de la clase invertida

Observaciones	Posibilidades de mejora
El primer día el 70% de estudiantes no trajo el material necesario (calculadora, tablas).	Enviar a través de Moodle un mensaje para recordárselo.
El primer día, los estudiantes se tomaron de media unos 20 min para comenzar a trabajar. En los siguientes días este tiempo se acortó a sólo unos minutos.	Detallar en el mensaje las cuestiones y problemas que resolverán en clase para que los preparen y vayan a clase con dudas concretas.
La mayoría de los estudiantes no pueden acabar las tareas en clase.	El profesor puede realizar una breve explicación, orientando a los estudiantes hacia los conceptos o procedimientos más importantes, dejando para casa cuestiones simples o procedimientos más repetitivos.
Se crea un clima de trabajo y colaboración, desarrollándose la competencia de trabajo en equipo.	El profesor puede realizar una evaluación de la competencia de trabajo en equipo (Fita, 2017).

Las sesiones presenciales consistieron en un breve resumen de los contenidos tratados en los videos y, después de resolver algunas dudas, en la resolución por parte de los estudiantes de las preguntas y ejercicios propuestos en pequeños grupos. En general, la experiencia fue bien recibida por los estudiantes, creándose un clima de trabajo y colaboración.

Respecto a la gamificación (Tabla 3), se desarrollaron tres cuestionarios en Kahoot! con cinco preguntas simples de cuatro opciones. Sin embargo, por limitaciones de tiempo sólo uno de ellos se utilizó en el aula.

Tabla 3. Observaciones y posibilidades de mejora sobre la gamificación.

Observaciones	Posibilidades de mejora
Buena acogida y participación de Kahoot! Los alumnos comentan los resultados tras mostrar la solución.	Se tratará de ampliar el número de cuestionarios en futuros cursos.
El juego duró 10 min, lo que supone una reducción importante sobre una clase de 50 min.	Se espera reducir este tiempo una vez que los alumnos se habitúen a esta dinámica. Probablemente, será más fácil implementarlo en el contexto de la clase invertida, ya que tienen menor dedicación a explicaciones teóricas.

2.9. Evaluación del éxito con respecto a los resultados de aprendizaje

Después de cada lección, los estudiantes deben resolver un cuestionario en Moodle, que representa un 5% de la nota final y entregan la solución de varios problemas que suponen el 10% de la calificación final. Las calificaciones medias obtenidas en estas actividades durante el presente curso, junto con las del examen de la primera convocatoria de Febrero, se comparan en Tabla 4 con las obtenidas en cursos anteriores.

Tabla 4. Comparativa de resultados de aprendizaje bajo la experiencia piloto (2016-2017) y los obtenidos en cursos anteriores

	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Número total de estudiantes matriculados	56	42	69
Nota media en los cuestionarios de Moodle	6.2	5.2	6.4
Nota media en las entregas de problemas	7.3	6.8	7.4
Nota media en la entrega de la Lección 2	8.0	6.0	7.7
Nota media en el examen final	6.2	6.5	6.2
Porcentaje de alumnos presentados al examen	87.5 %	90.7 %	91.3 %
Porcentaje de alumnos aprobados	47 %	48.7 %	66.7 %

Se observa que, en general, se han mejorado las calificaciones obtenidas con respecto al curso 2015-2016 y se han mantenido muy parecidas a las de 2014-2015. También se ha mantenido el mismo orden de alumnos que se han presentado al examen final de la convocatoria de Febrero. El mayor cambio se ha obtenido en el porcentaje de alumnos aprobados en esta convocatoria: ha aumentado en prácticamente 18 puntos porcentuales, lo que supone un incremento tan significativo que no puede achacarse por completamente a las fluctuaciones estadísticas derivadas del cambio de las características de los alumnos.

Estos resultados están en la línea de otros resultados publicados para grados de Ingeniería en asignaturas diferentes (Llácer, 2017; Giménez, 2017), demostrándose la versatilidad del modelo de clase inversa para implantarse en disciplinas diversas.

4. Conclusiones

En este trabajo se han recogido los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de clase invertida en una asignatura de grado en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza. El proyecto ha servido para evaluar diferentes recursos y estrategias para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los resultados han sido positivos desde ese punto de vista, ya que han supuesto un relevante aumento en el número de aprobados en la primera convocatoria, pero además ha servido para formar a los autores en nuevas metodologías y herramientas TIC que podrán aplicar en otras asignaturas.

Las principales conclusiones del proyecto se resumen a continuación.

- Los videos educativos han demostrado ser un recurso de aprendizaje útil, incluso para aquellos estudiantes que prefieren el modelo tradicional y para aquellos que no asisten a clase habitualmente.
- La principal demanda de los estudiantes para mejorar el proceso de aprendizaje es aumentar el tiempo dedicado por el profesor a la resolución de problemas durante las clases presenciales.
- Las herramientas TIC, como EdPuzzle o Kahoot!, son recursos eficaces para mejorar la motivación de los estudiantes y el proceso de aprendizaje y facilitar el seguimiento de los alumnos y el proceso de evaluación.
- El modelo de aula invertida ha permitido trabajar dos competencias transversales, aprendizaje autónomo y trabajo en equipo, siendo posible incluso su evaluación en el próximo curso.
- El modelo de aula invertida ha podido contribuir al aumento significativo el porcentaje de alumnos que han superado la asignatura en la primera convocatoria.

En base a estas conclusiones, se pretende expandir el modelo de clase invertida dentro de la asignatura evaluada en el proyecto y extender su aplicación a otras asignaturas, utilizando las técnicas y recursos que han probado su utilidad para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por medio de los proyectos de innovación docente PIIDUZ_16_032 y PIIDUZ_16_165 (Programa de Proyectos de Innovación Docente para Grupos de Profesores del Vicerrectorado de Política Académica de la Universidad de Zaragoza).

Referencias

- ALBA, J., TORREGROSA, C., VIDAL, A. y DEL REY, R. (2017) “Flipped teching en Física del grado de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen. Primeros resultados” En: *Actas del Congreso In-Red 2016*. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2016/paper/view/4430> [Consulta: 17 de mayo 2017].
- ARTAL-SEVIL, J.S., ROMERO, E. y ARTACHO, J.M. (2017) “Quick surveys in classroom. mobile phone, a powerful teaching tool”. En: *INTED17 Proceedings of the 11th annual International Technology, Education and Development Conference*, Valencia, IATED Academy, pp. 9282-9291.
- BAIN, K. (2006) “Lo que hacen los mejores profesores universitarios”, Valencia, *Publicaciones de la Universidad de Valencia*.

BAKER, J.W (2000) "The 'classroom Flip': Using web course management tools to become the guide by the side", In J. A. Chambers (Ed.), *Selected papers from the 11th international conference on college teaching and learning*, Jacksonville, FL; Floride Community College at Jacksonville, pp. 9-17.

BAKER, C. (2012) "Flipped classrooms: turning learning upside down", *Deseret News*, publicado en <http://www.deseretnews.com/article/765616415/Flipped-classrooms-Turning-learning-upside-down.html?pg=all>.

BERGMANN, J. y SAMS, A. (2012) "Flip your classroom: Reach every student in every class every day", Washington, DC: Internal Society for Technology in Education, 2012.

EDPUZZLE, <https://edpuzzle.com/> [Consulta: 18 de enero 2017].

FITA, I., MONSERRAT, J.F. y MOLTÓ, G. (2017) "Aula Inversa: una oportunidad para el desarrollo de competencias trasversales" En: *Actas del Congreso In-Red 2016*. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2016/paper/view/4430> [Consulta: 17 de mayo 2017].

HARVARD UNIVERSITY, School of Engineering and Applied Sciences, <https://www.seas.harvard.edu/> [Consulta: 19 de enero 2017].

GIMÉNEZ, R. y BARELLES, E. (2017) "Resultados de la implantación de un método de innovación docente en el aula. Flip-teaching" En: *Congreso In-Red 2016*. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2016/paper/view/4430> [Consulta: 17 de mayo 2017].

GUTIÉRREZ, O. y VICENTE, J. (2017) "Un año de FLIP: corrigiendo errores" En: *Actas del Congreso In-Red 2016*. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2016/paper/view/4430> [Consulta: 17 de mayo 2017].

KAHOOT!, <https://getkahoot.com/> [Consulta: 13 de enero 2017].

LAGE, M.J., PLATT, G.J. y TREGLIA, M. (2000) "Inverting the Classroom: a Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment", *The Journal of Economic Education*, vol. 31 (1), pp. 30-43.

LLÁCER, R. y MARTÍNEZ-SOLANO, F.J. (2017) "Experiencia en la aplicación de la docencia inversa para el aprendizaje de Máquinas Hidráulicas (Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales)" En: *Actas del Congreso In-Red 2016*. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2016/paper/view/4430> [Consulta: 17 de mayo 2017].

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, <http://web.mit.edu/> [Consulta: 19 de enero 2017].

MORERA, I. (2017) "Hacia la clase inversa. Una experiencia de aprendizaje de la Química y de Desarrollo de Competencias en el primer curso de Grado de Ingenierías" En: *Actas del Congreso In-Red 2016*. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2016/paper/view/4430> [Consulta: 17 de mayo 2017].

PEÑA B. y GIL, A. (2009) "Prácticas de Termodinámica", *Prensas Universitarias de Zaragoza*.

PEÑA, B. et al. (2017) "Development of educational videos as reusable learning objects for their integration into an Open Courseware on fundamentals of thermodynamics and thermal engineering". En: *INTED17 Proceedings of the 11th annual International Technology, Education and Development Conference*, Valencia, IATED Academy, pp. 3601-3610.

SCA (2017). *Flipped Learning*. SHIRELAND COLLEGIATE ACADEMY, <http://shirelandflippedlearning.co.uk/Schools.htm> [Consulta: 19 de enero 2017].

TOURÓN, J. y SANTIAGO, R. (2015). "El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela". *Revista de Educación*, nº 368, p. 196-231.

UPV (2017). *Flip Teaching*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA <https://www.upv.es/entidades/ETSINF/info/967104normalc.html> [Consulta: 19 de enero 2017].

VIDAL, A., ESTRUCH, V., BOIGUES, F., DEL REY, R. et al. (2017) "Flipped Teaching: una metodología en construcción..." En: *Actas del Congreso In-Red 2016*. <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2016/paper/view/4430> [Consulta: 17 de mayo 2017].

ZABALZA, I., PEÑA, B., LLERA, E.M. y USÓN, S. (2016) "Improving the teaching-learning process using educational videos as reusable learning objects in the field of thermal engineering", *Proceedings of the 8th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2016)*, Barcelona, IATED Academy, pp. 363-372.

ZABALZA, I., et al. (2017) "Development of educational videos as reusable learning objects for their integration into an Open Courseware on fundamentals of thermodynamics and thermal engineering", En: *INTED17 Proceedings of the 11th annual International Technology, Education and Development Conference*, Valencia, IATED Academy, pp. 4453-4461.