

# HERRAMIENTAS PARA AULA INVERTIDA EN ASIGNATURAS DE MATEMÁTICAS EN INDUSTRIALES

María Elena Domínguez <sup>1\*</sup>, María Dolores Álvarez<sup>2</sup> y Gabriela Sansigre<sup>1</sup>

GIE Matemáticas del Área Industrial

1: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

2: Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: {elena.dominguez,lola.alvarez,gabriela.sansigre}@upm.es

**Resumen.** *Este documento describe las actividades realizadas hasta la fecha bajo el marco del Proyecto de Innovación Educativa titulado “Herramientas para Aula Invertida en asignaturas de Matemáticas en Industriales”. En este proyecto participan 14 profesores del mismo Grupo de Innovación Educativa, e involucra cientos de alumnos de ETSII y ETSIDI. Se han realizado diversas experiencias de Aula Invertida, se han generado nuevos recursos online, y aunque aún no ha concluido el proyecto, ya hemos llegado a algunas conclusiones sobre las ventajas e inconvenientes prácticos de esta metodología.*

**Palabras clave:** Aula invertida, aprendizaje activo, autoaprendizaje.

## 1. Introducción

El Proyecto de Innovación Educativa titulado “Herramientas para Aula Invertida en asignaturas de Matemáticas en Industriales” involucra varias asignaturas de diversos Grados de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Madrid. En este Proyecto participamos 14 profesores (de un mismo Grupo de Innovación Educativa) que queremos aplicar distintas técnicas de Aula Invertida [1] a estas asignaturas masivas.

Este proyecto empezó en febrero de 2017 y se desarrollará hasta el 15 de noviembre de 2017. En este documento explicamos las actividades realizadas hasta la fecha, y las conclusiones obtenidas sobre esta experiencia.

## 2. Actividades realizadas durante el Proyecto

A continuación exponemos, por cada asignatura: las actividades que se han realizado hasta la fecha, los nuevos recursos desarrollados por los profesores involucrados, los resultados obtenidos, así como las dificultades técnicas encontradas.

### 1) ASIGNATURA DE PRIMER CURSO: Cálculo Infinitesimal

**Grupos:** Se han realizado actividades en 3 grupos de 3 titulaciones que se imparten en la ETSIDI: Grado en Ingeniería Mecánica (Grupo M106: 45 alumnos), Grado en Ingeniería Química (Grupo Q103: 60 alumnos) y Grado en Ingeniería Electrónica y Automática (Grupo A109: 60 alumnos). Los 5 profesores de la ETSIDI involucrados en este proyecto son: M<sup>a</sup> Dolores Álvarez, Carmen García-Miguel, Olga Velasco, Javier Sanguino y Dolores Sotelo.

#### **Recursos desarrollados por los profesores que participan en este Proyecto:**

- Colección de problemas de la asignatura (común al resto de grupos).
- Problemas complementarios elaborados por los 5 profesores participantes.

- Cuestionarios Kahoot: los profesores involucrados han realizado 7 cuestionarios que los alumnos contestan en clase, cada uno de ellos de unas 10 preguntas, así que han elaborado unas 70 preguntas para estos cuestionarios.
- Recursos web del departamento realizados por los profesores participantes.

### **Metodología de Aula Invertida aplicada en esta asignatura:**

En estos 3 grupos, los cinco profesores han aplicado la experiencia de Aula Invertida durante todos los días de clase de septiembre de 2017, es decir, durante el primer mes del presente curso 2017/2018.

La metodología es la siguiente: se les da a los alumnos una documentación que se deben preparar para la siguiente clase; se trata de documentación publicada en la red de uso abierto, y videos en la red de acceso público.

De esta forma, en la siguiente clase, se les pone al principio un cuestionario Kahoot: varias preguntas sobre dicha documentación, de las cuales cada alumno tiene que elegir la única respuesta correcta entre 4 posibles. El cuestionario es online, de forma que, en el momento que el profesor cierra el cuestionario, los alumnos saben si lo han contestado bien o mal: la retroalimentación es inmediata.

A continuación, el profesor explica algún concepto nuevo, y propone problemas relacionados para que los alumnos trabajen sobre ellos en ese momento en el aula. Durante ese tiempo, los alumnos aprenden al afrontar esos nuevos problemas, y el profesor puede despejarles algunas dudas que les puedan surgir.

**Conclusiones:** La experiencia no ha finalizado aún, pero de lo realizado hasta el momento se han observado los siguientes hechos:

1. Los cuestionarios (Kahoot) al principio de cada clase han tenido muy buena acogida, sirven para que el alumno se autoevalúe y los motiva a trabajar la documentación para el siguiente día.
2. El alumno necesita más tiempo para estudiar un tema con técnicas de aula invertida que con técnicas tradicionales.
3. A pesar de que los alumnos vienen con la lección leída, los profesores dedican más tiempo en clase a cada concepto: el tiempo que se dedica a trabajar en el aula con los alumnos es mayor que el tiempo que dura una lección magistral, incluso con ejemplos. Esto influye en el cronograma de la asignatura, obviamente.
4. El éxito de la experiencia depende en un porcentaje grande del grado de implicación del alumnado (si no realizan el estudio previo, no se puede avanzar).
5. Algunos alumnos rechazan la metodología utilizada porque requiere un comportamiento activo frente al estudio, tanto dentro como fuera del aula.
6. Para grupos numerosos serían necesarios varios profesores en el aula (para poder atender las consultas mientras están trabajando en el aula).

7. Algunos de los problemas que se han presentado durante la experiencia ya aparecen mencionados en estudios sobre esta metodología [1]. Por ello, se decidió aplicarla en el primer tema de la asignatura de Cálculo, donde los contenidos ya son conocidos por los alumnos. Al realizar la experiencia al principio de curso y con estudiantes de primero, lleva un tiempo que los alumnos adquieran la disciplina de trabajo que requiere aplicar Aula Invertida. Quizá esta metodología funcionaría aún mejor en cursos posteriores, donde los alumnos ya poseen más madurez y sentido de responsabilidad.
8. Por último, ha habido varios problemas técnicos en el aula: no todos los alumnos podían conectarse a los cuestionarios online (Kahoot o Moodle) por falta de cobertura de la red wifi, por ejemplo. Esperamos que se solventen estos problemas de conexión en las Escuelas.

## **2) ASIGNATURA DE PRIMER CURSO: Álgebra (Grado en Ingeniería Química)**

Esta asignatura en la ETSII consta de un único grupo de 79 alumnos, con lo cual es muy adecuado para experimentar nuevas técnicas de evaluación. Su profesora, Gabriela Sansigre, ha programado dos actividades de Aula Invertida: una a principio de curso y la segunda a mediados del mes de noviembre.

**Metodología de Aula Invertida aplicada en esta asignatura:** La primera actividad se ha desarrollado como sigue: Se proporcionó a los estudiantes un documento interactivo elaborado con la herramienta "PresentaTex" en el cual se desarrolla una introducción asequible pero bastante completa del cuerpo de los números complejos. En dicho documento se proponen diversos ejercicios de dificultad creciente pero básica. En Moodle se programó un cuestionario con preguntas relacionadas con los anteriores ejercicios, este cuestionario estuvo abierto durante 4 horas el lunes 25 de septiembre. Al cuestionario se le ha asignado un valor casi simbólico, de 4/100 puntos de la nota final del alumno.

**Conclusiones:** Los resultados del cuestionario han sido muy positivos, lo han contestado 74 alumnos, 17 de ellos lo han hecho perfecto y la media ha sido de 3,4/4.

## **3) ASIGNATURA DE SEGUNDO CURSO: Ampliación de Cálculo (GITI)**

En la asignatura de Ampliación de Cálculo del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) de la ETSII hay en torno a 500 alumnos distribuidos en 6 grupos. Algunos grupos son muy numerosos y la asignatura tiene un contenido denso para solo 3 créditos ECTS. Es una asignatura del segundo cuatrimestre, y de febrero a junio de 2017, dos profesores de este proyecto realizaron las siguientes actividades:

**Actividad de Aula Invertida en el grupo M3:** en este grupo de 100 alumnos, que imparte Gabriela Sansigre, se hizo una experiencia nueva:

- los alumnos se organizaron en 26 equipos de 3 o 4 personas cada uno;
- se les proporcionó un listado de temas de interés relacionados con la asignatura (tanto desde un punto de visto técnico: resolución numérica con MatLab de problemas sin solución elemental como también artístico: geometrías de Richard Serra y de Escher, arquitectura barroca en la Florencia del siglo XVII, etc.),

- y se les propuso realizar un trabajo que supondría un 10% de la nota final, eligiendo el formato: escrito, o vídeo. Antes de la realización del trabajo tenían que presentar un guión y con el trabajo una relación detallada de sus fuentes.

**Conclusiones:** La mitad de los grupos optó por trabajo escrito y la otra mitad por vídeo. Por regla general la implicación de los alumnos con el trabajo fue alta, si bien al ser un trabajo que se hizo al final de curso algunos acusaron la acumulación de trabajo que se produce en ese momento. Los vídeos fueron comparativamente de mayor calidad que los trabajos escritos. La nota promedio sobre 10 fue 8,3 y solo suspendió un grupo. Se concluye que la experiencia dio muy buen resultado.

**Generación de recursos docentes en el grupo M2:** El profesor del grupo, Joaquín Gutiérrez del Álamo, ha grabado 6 videos con contenidos teórico-prácticos de la asignatura, para que los alumnos dispongan de estos resúmenes online. Cuatro están ya publicados en YouTube del canal UPM y dos en fase de edición.

#### **4) ASIGNATURA DE PRIMER CURSO: Álgebra (GITI)**

Se trata de una asignatura de 500 alumnos impartida por 6 profesores, 2 de los cuales participan en este proyecto: Carlos González y María Elena Domínguez. En este primer mes de clase, el primer profesor ya ha realizado en el aula 1 cuestionario en Moodle (que sirve para nota de los alumnos) y la segunda profesora ha preparado 1 cuestionario Kahoot, ambos de varias preguntas. Durante los siguientes meses se elaborarán nuevos cuestionarios, cuya nota servirá para la evaluación continua de los alumnos.

#### **5) CONTRATACIÓN DE UN BECARIO:**

Se ofertó una beca de colaboración de la UPM, y en junio se contrató un becario (Jorge Álvarez Rodríguez) que ha empezado a trabajar en septiembre bajo la tutela del profesor Alejandro Zarzo. Sus tareas por ahora están siendo la generación de material para aula invertida sobre multiplicadores de Lagrange para los alumnos. Para ello usa la herramienta "PresentaTex" desarrollada por miembros del equipo en Proyectos anteriores y mejorada en este.

### **3. Conclusiones**

Se han realizado actividades de Aula Invertida de diversa naturaleza bajo el marco de este Proyecto. Todas ellas requieren mucho trabajo por parte de los profesores, pero también esfuerzo y adaptación por parte de los alumnos. Pese a estos problemas iniciales, concluimos que estas actividades redundan en un mayor aprendizaje. Al finalizar el Proyecto podremos comparar los resultados obtenidos por los 600 alumnos que siguen esta metodología frente a los del método tradicional. Entonces podremos completar las conclusiones de esta nueva experiencia que estamos llevando a cabo.

## **REFERENCIAS**

- [1] Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., & Castillo, J. M. "Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones", Los Modelos Tecnológicos Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI, páginas 137-154 (2014).