

AULA INVERTIDA Y GAMIFICACIÓN EN ASIGNATURAS BÁSICAS DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

P. Angulo Ardoy ¹, A. Cantón Pire ², D. Duque Campayo ¹, L. Fernández Jambrina ¹, C. García-Gutiérrez Báez ¹, J. Gómez Goñi ^{1*}, R. Hernández Heredero ³, F. Maciá Lang ¹, A. Rodríguez Goñi ¹ y M.C. Vilela Bendaña ¹.

1: GIE InnoVaFyM, ETS Ingenieros Navales

Universidad Politécnica de Madrid

*e-mail: jesus.gomez.goni@upm.es

2: GIE DMAMI, ETS Ingenieros Navales,

Universidad Politécnica de Madrid

3: GIE InnoVaFyM, ETS Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación,

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen. *El grupo de innovación educativa en Física y Matemáticas (InnoVaFyM) tiene por objetivo favorecer el aprendizaje en materias básicas de los primeros cursos de los Grados en Ingeniería, concretamente en las materias de Física y Matemáticas. En este proyecto de innovación educativa queremos fomentar el aprendizaje autónomo, al mismo tiempo que queremos dinamizar las actividades en el aula, para que sirvan para poder entender los conceptos más fundamentales.*

Palabras clave: Alumnos nuevo ingreso, Aprendizaje Activo, Educación pre-universitaria, Gamificación, Materias básicas en ingeniería y arquitectura, Nivelación, Uso de TIC, Video educativo

1. Introducción

El grupo de innovación educativa en Física y Matemáticas (InnoVaFyM), lleva ya años trabajando en las asignaturas básicas de Matemáticas y Física en dos direcciones fundamentales: el aula invertida y la nivelación. En este proyecto hemos añadido además la gamificación, para fomentar la participación en las actividades en el aula.

2. Experiencias en aula invertida

En la asignatura de Cálculo III, está implantada la metodología de Aula invertida desde hace ya tiempo. Sin embargo, en este curso se ha adaptado el material no presencial al formato de lección en Moodle, de modo que el alumno tenga que responder una cuestión después de cada vídeo antes de pasar al siguiente, de manera que sirva de autoevaluación del aprendizaje.

Los resultados académicos han sido del 53% de aprobados/matriculados, 69% de aprobados/presentados (que han sido los mejores resultados en los últimos cinco cursos). Aprobaron el 76% de los alumnos matriculados que tenían aprobadas las matemáticas de primero.

Entre los alumnos aprobados, la satisfacción con la experiencia se saldó con 8.7 puntos sobre 10. Se pueden encontrar más detalles en el siguiente enlace: <https://dcain.etsin.upm.es/~leonardo/calculoiiiest.htm>.

Estos resultados se avanzaron en

- Leonardo Fernández Jambrina, Experiencia de aula invertida en matemáticas para ingeniería naval, **XI Jornadas de Innovación Docente e Investigación Educativa 2017**, Zaragoza, España, 2017.
- Leonardo Fernández Jambrina, [Ecuaciones diferenciales con aula invertida](https://www.youtube.com/watch?v=6XpGXpLhyIM), **Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2017)**, Zaragoza, España, 2017. (se puede ver el vídeo en: <https://www.youtube.com/watch?v=6XpGXpLhyIM>)

En la asignatura de Cálculo I se ha optado por complementar la enseñanza presencial mediante *píldoras educativas* grabadas en vídeos, habitualmente con una duración de entre 5 y 10 minutos. Los vídeos son de contenido práctico y no teórico, en ellos se muestra la resolución de algunos de los ejercicios propuestos en las hojas de problemas entregadas durante el curso. Se accede al vídeo mediante un enlace desde las propias hojas de ejercicios. Los vídeos se podrían clasificar en tres tipos según su objetivo y contenido.

- Resolución de ejercicios con técnicas que deberían ser conocidas de los estudios de bachillerato (pero que en nuestra experiencia no lo son). Su objetivo es cimentar los conocimientos previos necesarios para afrontar la asignatura.
- Vídeos de resolución de "ejercicios tipo". Su objetivo es la presentación de técnicas propias de la asignatura.
- Vídeos con la resolución de problemas más elaborados. Su objetivo la presentación de un nivel más avanzado de problemas en varias etapas, más complicados que los anteriores.

Es todavía pronto para estimar la valoración que hacen los alumnos de estos vídeos ya que los hemos ido incorporando durante el pasado curso. Esperamos obtener dicha valoración en las encuestas de este curso. En cualquier caso, a título individual sí que hemos tenido una valoración positiva de los vídeos y se nos ha sugerido que incorporemos más.

En la asignatura de Cálculo II se ha utilizado el aula invertida para el tema de los multiplicadores de Lagrange debido a que la resolución de estos problemas conlleva resolver en uno de sus pasos intermedios un sistema de ecuaciones que habitualmente es no lineal, por lo que no hay un método establecido para ello, sino que cada situación es diferente. Por otro lado, estos son problemas cuya resolución puede requerir bastante tiempo, y son muy necesarias explicaciones que orienten y justifiquen cada paso dado.

También se han utilizado técnicas de aula invertida para el manejo del programa de cálculo Maple. Se grabaron dos vídeos, de 14 y 8 minutos de duración, donde se resolvían varios problemas de cálculo en varias variables utilizando el programa Maple. Asimismo, se proporcionaron al alumno prácticas resueltas con dicho programa y se propusieron ejercicios adicionales. El estudio de este material era voluntario y tenía como objetivo ayudar a los alumnos en su estudio de la materia. Sin embargo, aquellos alumnos que hubieran aprobado la asignatura podían optar a subir su nota (máximo 2 puntos) realizando un examen en el Centro de Cálculo donde tendrían que resolver varios ejercicios utilizando Maple.

Sin embargo, hay que señalar que el número de alumnos que ha visto los vídeos es pequeño, especialmente los correspondientes a Maple, por ser ésta una actividad

voluntaria, aunque podía contar para perfilar la nota final en caso de estar cerca del aprobado.

En las asignaturas Física I y Física II se han hecho algunos vídeos de apoyo tanto de las clases teóricas como de los correspondientes Laboratorios.

En la asignatura de "Optimización y Estadística" se preguntó a los alumnos por sus preferencias para seguir el curso, respondiendo mayoritariamente a favor de las clases presenciales y haciendo poco uso de los materiales que se habían puesto en Moodle, consistentes en libros y enlaces a cursos similares en OCW.

3. Cursos online

Además de los materiales de estas asignaturas, se han elaborado e impartido dos ediciones del MOOC, "Programación paramétrica en Rhinoceros3D con Rhino.Python y Grasshopper", en la plataforma Miriadax, en una iniciativa conjunta del profesor Leonardo Fernández Jambrina junto con los profesores Francisco Pérez Arribas y Javier Calderón Sánchez. (la dirección del MOOC es: <https://miriadax.net/web/programacion-parametrica-en-rhinoceros3d-con-rhinopython-y-grasshopper>)

4. Curso cero

El grupo tiene ya una experiencia dilatada en los llamados cursos cero o de nivelación, habiendo comenzado con la impartición de asignaturas de libre configuración de Física (Física Básica) y Matemáticas (Matemáticas básicas) en el plan de estudios 2002. Igualmente, los miembros del grupo participaron activamente en el punto de inicio de la UPM (<https://moodle.upm.es/puntodeinicio/>) y en la redacción de las asignaturas de Apoyo para la preparación de los estudios de Ingeniería y Arquitectura (<http://ocw.upm.es/apoyo-para-la-preparacion-de-los-estudios-de-ingenieria-y-arquitectura>).

En el proyecto del curso pasado, desarrollamos un curso cero completamente online, que constaba de cuatro unidades temáticas, dos de matemáticas y dos de física. El curso está accesible en Moodle y tiene una estructura de lecciones con preguntas para poder avanzar. Además, cada unidad temática tiene un cuestionario final. El curso está reconocido como actividad formativa con un crédito ECTS

En este curso académico (2018-2019) se han apuntado al curso 24 alumnos, de un total de 120 alumnos nuevos. De éstos, únicamente 8 han seguido el curso en su totalidad. Vamos a seguir su progreso académico, aunque está claro que es necesario publicitar aún más el curso.

Los comentarios que nos han hecho los alumnos reflejan que la parte de Física es un poco escasa y que es necesario complementar esta parte. Algo que queremos hacer de cara al curso que viene.

5. Gamificación

En la asignatura de Física II se han incorporado preguntas rápidas en el aula para dinamizar la clase. Las preguntas se realizan mediante la aplicación Socrative, que permite tanto la evaluación diagnóstica, como la evaluación sumativa. Las preguntas son esencialmente conceptuales y ayudan a los alumnos a fijar los conceptos.

El curso 2017-2018 se elaboró una prueba de conocimientos con 28 preguntas conceptuales que puedan ayudar a diagnosticar las dificultades más recurrentes sobre el temario de Física II. Actualmente, estamos estudiando un mapa de las dificultades más comunes.

En la asignatura de Cálculo I se han incorporado sesiones de preguntas rápidas (dentro de las dinámicas del tipo *one minute papers*) realizadas esporádicamente en el aula al finalizar la clase para comprobar si los alumnos han entendido los conceptos explicados durante la clase (o durante las últimas clases). Estas dinámicas han sido bien acogidas por los alumnos que participan activamente durante las sesiones y a los profesores nos permite una detección temprana de posibles carencias o equívocos. En las encuestas realizadas al respecto, más del 80% de los alumnos encuestados las valora positivamente (y de entre ellos, aproximadamente un 40% las valora positivamente porque les ayuda a fijar conceptos, un 50% las valora por los puntos extra que pueden aportar y el resto pide que las hagamos más a menudo).

En la asignatura del Máster oficial habilitante de Ingeniería Naval y Oceánica, "Ampliación de Matemáticas" se ha utilizado también la herramienta Socrative para ser utilizada como una especie de competición, aunque sin consecuencias en la calificación final. Los resultados han sido muy apreciados por los alumnos.

6. Trabajo futuro

Queremos seguir elaborando materiales para poder seguir aplicando el aula invertida en las asignaturas de Matemáticas y Física. Igualmente, ampliaremos los temas de Física en el curso cero. Vamos también a extender las preguntas conceptuales en clase, tanto desde el punto de vista sumativo como diagnóstico.

7. Conclusiones

En esta comunicación hemos presentado algunos ejemplos de aula invertida en asignaturas de primeros cursos combinados con evaluación del aprendizaje de los conceptos en el aula.