

AULA INVERTIDA 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, E. Martí Paredes ¹, M.A. Muñoz de Yraola 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

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, que constituyen el núcleo central de la formación de los futuros graduados. Nos encontramos con unas materias que representan un desafío para los nuevos alumnos, debido al bajo nivel inicial de madurez que traen de Bachillerato y a las técnicas de estudio generalmente inadecuadas que utilizan. En el presente proyecto queremos fomentar el aprendizaje autónomo de los alumnos mediante la elaboración de materiales como lecciones en vídeo, apuntes, ejercicios y cuestionarios, tanto en moodle como en clase.*

Palabras clave: Alumnos nuevo ingreso, Elaboración material docente, Simuladores/Laboratorios virtuales, Moodle, Nivelación, Planificación y coordinación docente, Uso de las TIC's, Aula Invertida-Flipped classroom, Autoaprendizaje-Aprendizaje Autónomo, Coordinación docente horizontal, Grado, Video educativo

1. Introducción

Las asignaturas básicas de los primeros cursos de los grados en ingeniería tienen unos índices de eficiencia bajos debido fundamentalmente al bajo nivel de entrada de los estudiantes, a la escasa asignación de créditos comparado con el esfuerzo que deben acometer los alumnos y a las técnicas de estudio que utilizan los estudiantes para superar estas asignaturas.

En lo que se refiere al bajo nivel de entrada de los estudiantes, el grupo de innovación educativa en Física y Matemáticas (InnovaFyM) ha venido trabajando desde hace años en estos problemas, habiendo participado activamente en la plataforma Punto de inicio, en las pruebas de nivelación en Matemáticas y Física y en las asignaturas de preparación de los estudios de grado en Open CourseWare (OCW). Pero además de ofrecer estos materiales, pensamos que sería muy interesante poderlos utilizar en el aula, de manera que se aproveche más el tiempo de la clase para poder resolver dudas y apoyar al aprendizaje autónomo. De esta forma pensamos que se debe utilizar más el llamado método del aula invertida ("flipped classroom"). En este método, los alumnos deben haber trabajado antes de la clase una serie de contenidos, generalmente en vídeo, además de unos cuestionarios que les hagan reflexionar sobre lo que han visto.

Lógicamente, si los alumnos carecen de técnicas de estudio adecuadas, la utilización de esta técnica se debería reservar para cursos superiores a partir de segundo curso. Sin embargo, hay contenidos que se dan en primer curso y que están directamente relacionados con los vistos en el Bachillerato. Nuestro objetivo es desarrollar materiales para estos contenidos que se entienden de repaso y extensión de lo ya visto en cursos anteriores.

2. Aula invertida en Cálculo III de segundo curso y en Algoritmos de Diseño

En la asignatura Cálculo III (Ecuaciones diferenciales), de tercer semestre de los grados en Arquitectura Naval e Ingeniería Marítima, se ha apostado plenamente por la metodología docente de aula invertida. Para ello, se ha aprovechado, y ampliado (mediante presentaciones en Beamer/LaTeX y grabaciones con Camtasia), el material docente en forma de píldoras educativas de vídeo de la asignatura y se ha estructurado en formato Lección de Moodle. En este formato, en cada Lección se ha establecido una secuencia de vídeo, pregunta, vídeo, pregunta, que sólo permite avanzar al alumno en la Lección si ha contestado correctamente la pregunta que se le plantea acerca del vídeo previo. En cuanto a las clases presenciales, se han estructurado en tres partes: a) un turno de preguntas acerca de los vídeos, a modo de tutoría colectiva, b) la solución por parte de los alumnos, individualmente o en grupo, de ejercicios propuestos por el profesor, c) la resolución de los mismos por el profesor. Para esto, se han elaborado presentaciones en Beamer/LaTeX, que está previsto grabar en vídeo para ampliar el repositorio de materiales online.

La motivación del empleo de esta metodología docente se basa en la disparidad de niveles de matemáticas de los alumnos de una asignatura de matemáticas de segundo curso (alumnos con asignaturas pendientes de primero, alumnos de tercero con sólo esta asignatura de segundo...). El aula invertida permite que la asignatura se adapte al ritmo del alumno, al liberar la parte expositiva de un horario rígido. Y aunque la motivación es también incentivar la asistencia a clase, también sirve para facilitar materiales asequibles y adaptados a la asignatura para los alumnos que no pueden asistir a clase por tener otras obligaciones.

El resultado ha sido una mejora en las tasas de éxito y rendimiento de la asignatura y un incremento en el uso de las tutorías por parte de los alumnos.

El formato Lección de Moodle también se ha empleado para estructurar los materiales de la asignatura optativa Algoritmos de Diseño Geométrico Asistido por Ordenador, asignatura íntegramente online.

3. 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>).

Con el cambio de los planes de estudio de las ingenierías a los nuevos Grados, se eliminaron las asignaturas de libre elección, por lo que se decidió impartir un seminario de dos semanas de Matemáticas y Física Básicas, que debido a la simultaneidad con el curso, no pudo celebrarse más que en un par de ediciones. Desde entonces tenemos una oferta de curso cero completamente online y que está reconocido como actividad formativa con un crédito.

No obstante, el curso no consigue los objetivos que se habían planteado, ya que los alumnos no cuentan con unos materiales que les permitan un aprendizaje realmente autónomo y que se traduzca en mejores resultados en las asignaturas de primer curso. Por esto mismo, estamos desarrollando materiales que permitan seguir este curso completamente *online*, aunque, lógicamente, siempre tienen la posibilidad de poder consultar a los profesores las dudas que puedan tener. En esta primera fase, únicamente tienen acceso los alumnos de la ETS de Ingenieros Navales, aunque estamos valorando la posibilidad de extender este curso a más alumnos, bien mediante Moodle o en algún MOOC.

En esta primera fase nos hemos centrado en cuatro unidades:

1. ***El lenguaje de las matemáticas***, en este primer tema queremos repasar algunas nociones básicas de matemáticas, como por ejemplo las nociones de función, ecuación y parametrización y sus representaciones gráficas en el plano cartesiano. La unidad se desarrolla en torno a tres objetos geométricos ya conocidos por los alumnos: la recta, la circunferencia y la parábola. Se introducen los objetos desde su definición geométrica elemental para llegar a las ecuaciones que las definen, las funciones (cuando las haya) que los tienen como gráfica, y las parametrizaciones que se obtienen de estas curvas a partir de movimientos de partículas (movimiento rectilíneo uniforme, movimiento circular uniforme y tiro parabólico).
2. ***Sistemas de unidades***, repasando las unidades fundamentales y derivadas del sistema internacional de unidades (SI), así como los múltiplos y submúltiplos. Terminaremos viendo las ecuaciones homogéneas y ejercicios de análisis dimensional sencillos. En realidad, lo más importante es transmitir la idea de la importancia de expresar cualquier resultado numérico con sus correspondientes unidades.
3. ***Longitudes y ángulos***, para repasar la geometría y la trigonometría.
4. ***Vectores***, para repasar la definición de los vectores y las operaciones más básicas como la suma, la diferencia, el producto por un escalar y los productos escalar, vectorial y mixto, así como las aplicaciones más importantes.

Las unidades constan de una introducción en vídeo, unos materiales en pdf, como apuntes, presentaciones, etc, unos ejercicios y cuestionarios de autoevaluación.

4. Asignaturas de primer curso

En las asignaturas de primer curso es más complicado seguir una dinámica de aula invertida, ya que necesitan más interacción con los profesores, sin embargo,

estamos desarrollando algunos materiales de apoyo grabados en vídeo, que cumplen alguna de las siguientes condiciones:

- Repaso de temas que han sido vistos en el Bachillerato,
- resolución de ejercicios y
- temas que son relativamente mecánicos, como puede la resolución de integrales.

Conjuntamente con este desarrollo de materiales estamos llevando a cabo una evaluación del desarrollo del curso mediante preguntas en clase. Hay dos métodos para hacer estas preguntas, por una parte, la aplicación Socrative (<https://www.socrative.com>) o bien mediante hojas de respuesta que posteriormente se escanean. Las preguntas son conceptuales sobre lo explicado bien en la misma sesión o en sesiones anteriores. Esto se combina con cuestionarios de Moodle en algunas asignaturas. Estas preguntas se tienen en cuenta en la evaluación en un peso en torno al 10% y están pensadas para ayudar a aquellos estudiantes que tienen una nota cercana al aprobado.

Los resultados de esta estrategia de preguntas en clase han fomentado la asistencia activa de los estudiantes y han mejorado las tasas de éxito notablemente en los últimos cursos en aquellas asignaturas que lo han puesto en práctica, de manera que este curso se está extendiendo a otras asignaturas de primer curso.

5. 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.