

# IMPLANTACIÓN PARCIAL DE TÉCNICAS DE AULA INVERTIDA EN LA ASIGNATURA DE SISTEMAS MICROPROCESADORES.

**Yago Torroja, Jorge Portilla, Andrés Otero**

Departamento de automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática Industrial  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales  
Universidad Politécnica de Madrid  
e-mail: {yago.torroja, jorge.portilla, joseandres.otero}@universidad.es

**Resumen.** *La asignatura de Sistemas Microprocesadores del Grado en Ingeniería en Técnicas Industriales de la ETSI Industriales de la UPM se imparte desde hace años mediante una metodología basada, por un lado, en la aplicación práctica de los conocimientos impartidos para resolver problemas reales mediante maquetas a escala de diferentes sistemas y, por otro, en una interacción intensa profesor-alumno y alumno-alumno. Esta metodología se ha mostrado muy positiva, tanto en su valoración por parte de los alumnos como en los resultados académicos obtenidos. Sin embargo, la creciente masificación de las aulas hace insostenible su aplicación. Mediante este proyecto de Innovación Educativa se pretende experimentar si la implantación parcial del Aula Invertida puede ayudar a liberar parte del tiempo de aula (dedicado en parte a clases magistrales) para establecer dinámicas y trabajos en aula que mejoren los niveles de interacción profesor-alumno y alumno-alumno perdidos por la masificación.*

**Palabras clave:** calidad en la enseñanza, elaboración material docente, grupos numerosos de estudiantes, aprendizaje orientado a proyectos, *moodle*, aula Invertida, grado

## 1. Introducción

En la ETSI Industriales (y en este caso concreto en la División de Ingeniería Electrónica) se trabaja desde hace años con la intención de hacer asignaturas más atractivas, mejor adaptadas a los nuevos espacios de educación y, sobre todo, que mejoren el rendimiento y la preparación de los alumnos para su carrera profesional.

Para ello, y centrándose ya en la asignatura de *Sistemas Microprocesadores*, se aplica desde el año 2005 una metodología con una importante componente práctica basada en proyectos de desarrollo en equipo de maquetas a escala de sistemas reales (ver figura 1). Esta metodología es en el fondo una aplicación pragmática de la metodología CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar-Operar), que presta especial atención a sus limitaciones prácticas derivadas de la masificación de las aulas, la escasez de tiempo y los problemas de presupuesto. Estas maquetas son compatibles con una interfaz que se presentó en el trabajo [1] desarrollada por investigadores de la División de Ingeniería Electrónica.

La experiencia de aplicación a lo largo de estos años ha demostrado que esta metodología es muy valorada desde el punto de vista de los alumnos (como se desprende de las encuestas anuales y las Comisiones de Ordenación Académica), además de obtener buenos réditos académicos (considerando el nivel de aprendizaje obtenido respecto al esfuerzo invertido por el alumno). Por otro lado, y desde un punto de vista más subjetivo, hemos apreciado un compromiso más fuerte con la asignatura y una mayor "profesionalización" por parte del alumnado, que creemos es en buena

medida consecuencia de una *interacción directa e intensa con el profesorado* (esta "profesionalización" y enganche con la asignatura se percibe muy claramente en la forma de hablar y de enfrentarse a los problemas en las discusiones que surgen durante el seguimiento y evaluación de los trabajos).

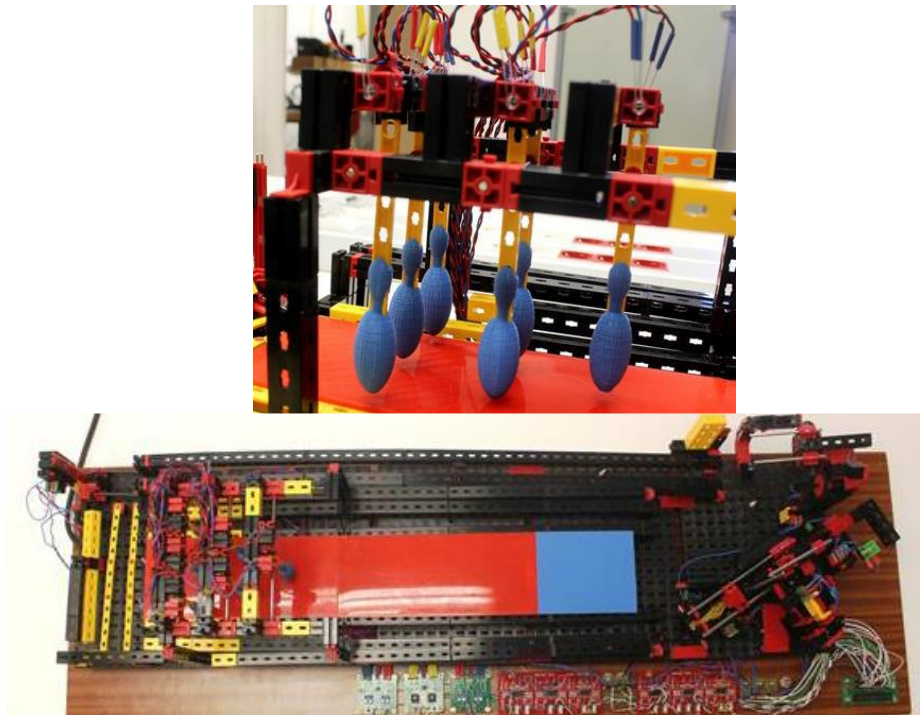


Figura 1. Detalle de una de las maquetas

Sin embargo, a medida que aumenta el número de alumnos matriculados en la asignatura (que ha ido creciendo de forma constante en los últimos años) esta manera de actuar resulta más difícil de mantener. El esfuerzo de seguimiento e interacción con el alumno, que creemos fundamental en su crecimiento como ingeniero, se vuelve *insostenible con el número de alumnos actual*, por lo que es necesario replantearse los métodos de trabajo si no queremos reducir la calidad de la formación o sobrecargar en exceso al profesorado. Este no es un problema exclusivo de la asignatura para la que se plantea esta propuesta, sino que el mismo se aprecia en otras asignaturas de la División de Ingeniería Electrónica (y en otras del mismo y otros departamentos) donde se intenta aplicar metodologías con similares fundamentos.

## 2. Propuesta metodológica

En el presente proyecto de Innovación Educativa la idea no ha sido realizar un sustitución completa de la metodología actual por la de Aula Invertida, sino valorar en qué medida el Aula Invertida puede reducir la sobrecarga docente (y/o del alumno) sin mermar por ello la interrelación directa profesor-alumno y alumno-alumno, o incluso aumentándola si es posible, y en igual medida sin mermar la calidad de la formación resultante.

Por ello se ha planteado un procedimiento mixto donde parte de los contenidos se abordan con la inversión del aula (basada en lecturas previas, mini-videos, cuestionarios, etc.), mientras que otros contenidos mantienen la metodología actual. En función de la experiencia acumulada a lo largo de los siguientes cursos se irá valorando

la posibilidad de aumentar o disminuir el "nivel de inversión". Lógicamente, esta inversión se apoya en una mejora de los soportes en línea disponibles en las distintas plataformas de las que dispone nuestra universidad (Moodle, Aulaweb, etc.).

La idea final es que la aplicación parcial del Aula Invertida "libere" parte del tiempo empleado en el aula, de forma que este tiempo permita aumentar la interacción alumno-profesor y alumno-alumno, sin gravar por ello el tiempo total dedicado por ambos actores. Las discusiones en común y el trabajo en grupo durante las horas de "aula" pretenden sustituir en la medida de lo posible la obligada reducción, forzada por la masificación, de una interacción más personal entre profesor y alumno.

### **3. Material desarrollado**

Para dar soporte a esta metodología se está trabajando en cuatro tipos de recursos docentes:

Por un lado se han elaborado "introducciones rápidas" a los contenidos de algunas sesiones en el aula (consistentes fundamentalmente en textos desarrollados ad-hoc, artículos y/o presentaciones cortas). El objetivo de dichas introducciones es abordar los conceptos básicos sobre el tema que se va a tratar en cada sesión y, al mismo tiempo, nivelar los conocimientos previos que a lo largo de los años se han encontrado sistemáticamente más deficientes.

En segundo lugar se están elaborando "mini-videos" para aquellos temas que requieran una preparación más "guiada". La idea no es elaborar videos sustitutorios de la sesiones en el aula (fundamento del Aula Invertida en su concepción más pura), sino tan solo de algunos aspectos en concreto. En nuestra experiencia hemos encontrados que en esta asignatura, de contenido muy tecnológico, el alumno trabaja mejor de forma independiente cuando se tratan cuestiones de detalle (a través de hojas de catálogo, textos de terceros, etc.), mientras que agradece en el aula las visiones más globales y experienciales que son, como es lógico, más difíciles de extraer de los textos. Son precisamente algunos de estos aspectos más globales los que se pretenden cubrir a través de algunos mini-videos (así como algunos conocimientos previos en los que suele haber deficiencias).

Por último, se han elaborado "cuestionarios de autoevaluación" que permiten al alumno valorar su nivel de comprensión de los contenidos antes de cada sesión en el aula. Estos cuestionarios sirven también como realimentación para el profesor, que puede centrarse así en los aspectos que, en conjunto, hayan mostrado más dificultades.

Asimismo, se están desarrollando nuevas maquetas y/o modificaciones de las actuales que permitan no sólo facilitar el acceso a los equipos por parte de los alumnos (el número de estas se va quedando escaso a medida que aumenta el número de alumnos), sino que incorporen nuevas problemáticas que reflejen las demandas profesionales de hoy en día.

### **4. Resultados de aplicación**

Si bien la idea inicial del proyecto era poder aplicar incrementalmente los resultados del proyecto durante el curso 2016-2017, la realidad ha mostrado este proceso prácticamente inviable, debido al solape del comienzo del proyecto con la propia asignatura.

Aunque sí se han utilizado parte de los materiales desarrollados en el proyecto (fundamentalmente las “introducciones rápidas” y los cuestionarios de autoevaluación), su uso entre los alumnos ha sido parcial, por lo que no ha sido posible evaluar adecuadamente su implantación. En nuestro análisis, esto se ha debido a dos razones principales. Por un lado, y como se ha comentado, a la falta de sincronismo del proyecto respecto a la asignatura. Por otro, a que no se ha creado la cultura del Aula Invertida entre los alumnos que, al menos durante este curso, han seguido respondiendo a una actitud más reactiva que proactiva.

Para resolver este problema ya se había considerado la realización de los cuestionarios de autoevaluación, de manera que estos tuviesen cierta repercusión en la nota del alumno. Sin embargo, al no estar el proyecto ni su implantación en la asignatura previstos al comienzo del curso, estos cuestionarios se ofrecieron sólo de forma voluntaria (ya que no estaban detallados ni en las guías de aprendizaje ni en los procedimientos de evaluación propuestos). Esto hizo que sólo parte de los alumnos utilizasen el material y los cuestionarios. Esperamos que para el curso 2017-2018, donde ya se podrán aplicar los resultados del proyecto desde el principio de la asignatura, se puedan recoger datos más fiables sobre su implantación.

## **5. Conclusiones**

Como se ha visto, en el presente curso apenas se ha podido valorar la implantación de las técnicas de Aula Invertida en la asignatura, puesto que la asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del curso y el proyecto de Innovación Educativa de la presente convocatoria se ha desarrollado entre febrero y noviembre del presente año.

En cualquier caso, se confía en que el esfuerzo dedicado y materiales creados sirvan para mejorar el aprendizaje y la interacción entre el alumno y el profesor.

## **REFERENCIAS**

- [1] Y. Torroja, O. Garcia, T. Riesgo and E. de la Torre, "Teaching embedded systems and microcontrollers using scale models," *31st Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, 2005. IECON 2005*, pp. 4 pp.-. doi: 10.1109/IECON.2005.1569242