



## Ficha de las Buenas Prácticas Académicas

### **Título de la Buena Práctica:**

Una experiencia docente aplicando el Aprendizaje Basado en Proyectos (*Project Based Learning -PBL*)

### **Tipo de práctica:**

La práctica consiste en el rediseño completo de la estrategia docente de la asignatura Ingeniería de Control Avanzada, aplicando la técnica *de Aprendizaje Basado en Proyectos* en parte de la asignatura y el resto ha sido impartido combinando la clase presencial magistral convencional, e implementando sobre equipamiento real parte de los algoritmos aprendidos y desarrollados. La evaluación se ha realizado a través de los proyectos desarrollados (participando esta parte en el 60% de la calificación) y con examen final el 40% restante.

### **Nombre profesorado:**

Ana María Macarulla Arenaza

### **Nombre de la Titulación (y asignatura) o Servicio:**

Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial (Ingeniería de Control Avanzada)

### **Destinatarios:**

Estudiantes de 2º curso de Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial

### **Responsable:**

Ana María Macarulla Arenaza

### **Participantes :**

La profesora, Ana María Macarulla Arenaza, Dra. Ingeniero Industrial, que es profesora encargada de esta asignatura y otras dos asignaturas de la misma titulación, y que lleva impartiendo esta asignatura desde el primer curso que se implantó en esta Universidad (2000-2001) con la excepción del curso 2004-2005 por permiso de maternidad.

Los estudiantes de 2º curso de Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial que han cursado la asignatura durante el curso 2005-2006.

### **Otros datos:**

Se han empleado las instalaciones del laboratorio de Electrónica de Potencia y Máquinas Eléctricas de la Facultad de Ingeniería. La colaboración del profesor responsable, José Ignacio García Quintanilla, ha sido imprescindible y su buena disposición ha favorecido en gran medida el desarrollo de la experiencia.

La profesora participa en Proyecto Piloto para la Aplicación Docente de Competencias y ECTS, y durante el segundo semestre ha trabajado esta asignatura, por lo que ha contado con el apoyo y el asesoramiento de los responsables de dicho grupo, Ana García Olalla y Manuel Poblete.

### **Descripción:**

Tras la asistencia de un taller de Aprendizaje Basado en Proyectos, organizado por el ICE e impartido por los profesores de la Universidad Politécnica de Cataluña, Valero y Bará, y como consecuencia de la participación en el Proyecto Piloto para la Aplicación Docente de Competencias y ECTS, se llevó a cabo un cambio radical en la estrategia de la docencia de la asignatura Ingeniería de Control Avanzada, del 2º semestre del 2º curso de Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial.

Se trata de una asignatura del último semestre del último curso de una titulación de segundo ciclo. Es de fundamentación teórica compleja, pero se cuenta con que el estudiante está prácticamente capacitado ya para el ejercicio de su profesión. Esta situación, y la ventaja de contar con un grupo reducido y conocido (he trabajado con ellos en dos asignaturas previamente) y un equipamiento de laboratorio adecuado.

A lo largo del curso se les propuso la realización de tres proyectos que debían desarrollar en grupos de tres alumnos. Para ello disponían de un equipamiento en el laboratorio de Electrónica de Potencia que consiste básicamente en un motor eléctrico, una alimentación regulable, una carga variable, un ordenador y una tarjeta de adquisición de datos. Para cada proyecto cada grupo debían entregar un documento preliminar con las especificaciones funcionales y el plan de trabajo al principio, y una memoria final al terminar. De los dos primeros tuvieron que hacer una exposición oral.

En el primer proyecto los estudiantes debían desarrollar una herramienta eficaz para controlar el motor, que presentara una interfaz cómoda y robusta y que permitiera además el almacenamiento de datos. Se les facilitó documentación técnica del

equipamiento disponible en el laboratorio. En el desarrollo de este proyecto debían aplicar los conocimientos adquiridos en otras asignaturas (por ejemplo, Informática Industrial, Máquinas Eléctricas, Sistemas Informáticos en Tiempo Real y Control por Computador). Contaron con un mes de tiempo, y se dedicaron 4 horas de laboratorio y 2 de aula a la realización del trabajo. Se estima el tiempo invertido por los estudiantes fuera del aula para este trabajo fue de unas 20 horas en las que podían acceder al laboratorio.

Simultáneamente a la realización del primer proyecto y durante la del segundo se impartió la teoría correspondiente a la parte de control adaptativo, mediante la estrategia clásica expositiva, intercalando la realización de ejercicios y problemas.

En el segundo proyecto implementaron los algoritmos básicos relativos al control adaptativo empleando la interfaz desarrollada durante el primer proyecto. Durante un mes contaron con 4 horas de laboratorio para la realización del trabajo. Se estima que los estudiantes dedicaron fuera del aula para este trabajo unas 15 horas en las que podían acceder al laboratorio.

La última parte de la asignatura, que se desarrolla durante el último mes, que corresponde al control predictivo, es la que se desarrolló aplicando la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL). Se les facilitó documentación básica para que abordaran el estudio de los algoritmos de forma independiente y realizaran el proyecto 3, que consistió en desarrollar e implementar un controlador predictivo-adaptativo, aprovechando los resultados de los proyectos anteriores. No hubo clase expositiva, pero debían estar presentes en las 9 horas de clase correspondientes, en las que el profesor ejercía un papel de “consultor”.

En la memoria del proyecto debía haber un apartado dedicado a la fundamentación teórica de los algoritmos desarrollados, que garantizara que el estudiante sabía cómo son y cómo se usan

En esta experiencia, se ha incorporado el desarrollo y evaluación explícitos de competencias genéricas (Orientación al Aprendizaje y Trabajo en Equipo) sin degradar el desarrollo de las específicas de la asignatura.

### **Contexto y Objetivos:**

Contexto: último curso de 2º ciclo. Grupo reducido de estudiantes (41)

Objetivos:

- Modificar la actitud del alumno ante el aprendizaje
- Facilitar que el alumno desarrolle la competencia de trabajo en grupo
- Promover que el alumno desarrolle la competencia de orientación al aprendizaje
- Promover el estudio y trabajo regular en el tiempo
- Adaptar mi docencia al EEES

### **Procedimiento en el desarrollo de la buena práctica:**

Participación en un Taller de Aprendizaje Basado en Proyectos (impartido por los profesores Valero y Bará de la UPC) y estudio de la documentación que se facilitó en dicho curso.

Diseño preliminar de la estrategia, incorporando el desarrollo de las competencias genéricas *Trabajo en Equipo* y *Orientación al Aprendizaje*, desarrollando con detalle, bajo la tutela de los responsables del Proyecto Piloto para la Aplicación Docente de Competencias y ECTS, la planificación de la asignatura teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Programación de la asignatura, en base a competencias
- Desarrollo del plan de trabajo y actividades
- Desarrollo metodológico detallado
- Temporización de actividades y medida según ECTS
- Diseño del sistema de evaluación

Al inicio de semestre se facilitó a los estudiantes el calendario previsto de actividades. Se indicaron claramente las normas de funcionamiento del curso, fechas de entrega de trabajos, y criterios de evaluación (con menos detalle del que hubiera deseado).

### **Recursos Humanos y Materiales:**

Humanos: además de la profesora, se contó con la colaboración del responsable del laboratorio, que puso en marcha cuatro puestos de trabajo completos, que permanecieron disponibles para los alumnos durante todo el semestre.

Materiales: el laboratorio de Electrónica de Potencia y Máquinas Eléctricas. Cuatro puestos de trabajo completos que incluyen cada uno: un motor de corriente continua, un alternador, un sistema de acoplamiento, un tacogenerador, una fuente de tensión variable, un puente de tiristores regulador de tensión, un ordenador personal, una tarjeta de adquisición de datos, y el cableado para las conexiones.

### **Evaluación de la Buena Práctica**

Los resultados académicos y de aprendizaje han sido satisfactorios. La respuesta del alumno ha sido muy buena, y se han alcanzado los objetivos propuestos. Hay que realizar ajustes importantes.

Se han detectado los siguientes errores de diseño:

- La planificación de tiempos ha estado mal ajustada, han dedicado más tiempo del previsto por las dificultades con el equipamiento real
- La evaluación, tanto de competencias genéricas como específicas ha sido poco detallada
- La aplicación directa de la técnica PBL, pretendiendo que extraigan información de muy alto nivel conceptual ha sido deficiente, y he tenido que improvisar alguna clase para facilitarles el trabajo

Modificaciones previstas:

- Rediseño de los proyectos propuestos, para que disminuya el tiempo de implementación a pie de máquina
- Racionalización y detalle de los criterios de evaluación (implementación en la plataforma)
- Aplicación del PBL sólo con conceptos sencillos

Observaciones curiosas:

- En la parte evaluada mediante examen final, alumnos conocidos como “de bajos resultados habituales” me han sorprendido gratamente con muy buenas notas, las mejores. Parece ser que el perfil de aprendizaje de éstos es diferente a lo que consideramos más habitual, y cuando el estudio tradicional pierde fuerza, y lo gana la aplicación e implementación, éstos mejoran su rendimiento ¿Puede ser?.

### **Lecciones aprendidas:**

El PBL se debe aplicar con cuidado y no con conceptos tecnológica y teóricamente muy complejos.

La incorporación de nuevas metodologías es enriquecedora, pero no sencilla, conviene contar siempre con un asistente externo y más objetivo que el propio profesor.

### **Personas de referencia:**

Ana M<sup>a</sup> Macarulla Arenaza  
amacarul@eside.deusto.es

Facultad de Ingeniería.

Tlfn. 944139000 (2669)