

EXPERIENCIA PRÁCTICA MEDIANTE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN

Pere Ponsa, Cecilio Angulo

Escuela Universitaria Politécnica de Vilanova i la Geltrú

Pedro.Ponsa@upc.es, Cecilio.Angulo@upc.es

1. RESUMEN

El objetivo principal de esta experiencia es proponer una vía alternativa y complementaria al formato tradicional de clase de teoría y problemas. En la formación de ingenieros técnicos es importante valorar la capacidad del estudiante a los retos que suponen la puesta en marcha de proyectos. No es posible trasladar toda la realidad industrial al mundo académico pero sí se puede incentivar al estudiante para que planifique el proyecto, asuma responsabilidades, tome decisiones, exponga y defienda públicamente sus ideas, e incluso valore positivamente este tipo de iniciativas como mejora en su formación continua.

En este trabajo presentamos las diversas experiencias llevadas a cabo, junto a la valoración de profesores y estudiantes al respecto.

2. INSERCIÓN DE PROYECTOS EN ASIGNATURAS

Inicialmente se partió de una constatación: las clases magistrales de teoría y problemas indican una baja motivación del alumnado. Independientemente del tema, - teórico, descriptivo o aplicado-, la participación en clase en forma de preguntas, comentarios o ejercicios es escasa.

En cambio, en clases prácticas de laboratorio de hasta tres horas, el alumnado trabajando en grupo se muestra muy participativo, con ganas de comentar con sus compañeros la tarea a realizar, con continuas preguntas y comentarios al profesor, incluso en algunos casos sin pausa alguna después de una hora y media sentados ante el ordenador y programando diversos dispositivos.

Estos precedentes indican que los estudiantes tienen una tendencia a llevar rápidamente los conceptos teóricos a la práctica y que la motivación para el trabajo en aspectos relacionados con la automatización industrial está garantizada.

Así pues, se decidió empezar una serie de trabajos específicos en forma de proyectos aunque con una implicación menor que la que tendría realmente un proyecto final de carrera. El punto clave de inicio reside en como insertar correctamente estos trabajos en las asignaturas a impartir y como habilitar recursos, para su mejor provecho [1].

2.1. Propuestas

No existe una única manera de insertar estos trabajos dentro del programa de la asignatura. Si por ejemplo se dispone de una asignatura de laboratorio de 3 créditos (2 horas a la semana durante 15 sesiones), el profesor sirve de guía a los estudiantes y puede atender las necesidades observadas.

Sesión	Tarea
I	Asignación de trabajo a grupo
II	Objetivos del trabajo. Búsqueda de información
III	Estructura del trabajo. Parte teórica. Parte Aplicada
IV	Desarrollo Parte teórica
V	Inserción de tablas comparativas y esquemas propios
VI	Utilización correcta de libros e Internet
VII	Valoración del profesor sobre Parte Teórica
VIII	Desarrollo Parte Aplicada
IX	Diseño propio de máquinas o sistemas
X	Presupuesto económico
XI	Conclusiones y revisión global
XII	Valoración crítica del profesor sobre Parte Aplicada
XIII	Bibliografía
XIV	Síntesis del trabajo . Presentación oral
XV	Valoración global de profesores y estudiantes

Tabla 1: Planificación de sesiones

En este formato el profesor actúa en primer lugar como guía, a continuación cambia el rol hacia la vertiente práctica de todo ingeniero, el desarrollo de habilidades y aporte de ideas que puedan llevarse a la práctica [2]. Posteriormente el profesor actúa como cliente demandando un producto de calidad al estudiante. Finalmente se procede a la presentación oral, siguiendo pautas similares a las que llevan a cabo en las lecturas de proyectos de fin de carrera en la Escuela.

Uno de los aspectos que más dificultades ofrece este formato es la necesidad para el profesorado de ofrecer *servicio* a grupos con trabajos de muy distinto tipo. La experiencia indica que es difícil poder controlar más de 5 grupos con trabajos distintos y atenderlos con corrección.

Una segunda propuesta consiste en ofrecer un formato libre. Dentro de una asignatura típica de teoría y problemas de 3 créditos, el profesor explica la materia a impartir y ofrece también la lista de proyectos. Los estudiantes, libremente, generan grupo y por su cuenta se encargan de todo el proceso descrito en la Tabla 1. En todo caso, el profesor pone a disposición las horas de consulta para poder comentar con los estudiantes la evolución del trabajo. Finalmente la etapa de valoración del trabajo coincide con la primera propuesta y se hace una presentación oral.

Uno de los puntos críticos a trabajar en esta segunda propuesta es la necesidad de inculcar al alumnado las tareas de revisión, modificación y mejora que son imprescindibles para conseguir una calidad adecuada del proyecto. A destacar que el formato libre funciona en aquellos estudiantes que también obtienen buenos resultados académicos en exámenes y muestran una madurez consolidada.

2.2. Contenidos

El área de conocimiento es la automatización, tomado este concepto en un sentido muy amplio. Dentro de la automatización destaca la robótica como ciencia multidisciplinar que engloba conocimientos de matemáticas, física,

Trabajo	Título
I	Control remoto en robótica móvil
II	Descripción funcional y tecnológica de robots Lego
III	Creación y uso de robots móviles en competiciones de futbol
IV	Utilización de microcontroladores en robótica móvil
V	Robotrónica: panorama actual de la robótica
VI	Aplicaciones domóticas con el equipo S7-200
VII	Valoración del uso integrado de robótica y energía solar
VIII	Descripción del armario de control de un robot industrial
IX	Arquitectura, programación y aplicaciones del controlador CPM2A
X	Técnicas de programación de robots
XI	Diseño de sistemas de fabricación flexible
XII	Reprogramación de PIC's para cambios en el comportamiento de robots móviles
XIII	Construcción y puesta en marcha de robot PICBOT
XIV	Domótica: panorama actual
XV	Robótica y domótica en la ayuda a discapacitados

Tabla 2: Propuesta de trabajos

electrónica, mecánica y control. Así, estas áreas permiten definir un listado de proyectos como el que se muestra en la Tabla 2.

La lista puede parecer exhaustiva y diversificada, pero en estos proyectos destaca como núcleo central la electrónica, - al tratarse de estudiantes de esta especialidad-, así como la integración de diversas disciplinas. Junto a especificaciones técnicas de componentes y máquinas, destaca que el grupo de estudiantes tiene que valorar el tipo de tecnología que está utilizando y prever como se integra en la sociedad o cómo evoluciona y su necesaria readaptación o modificación.

2.3. Tecnologías de la información

En paralelo al desarrollo de estos trabajos, se hace hincapié en la necesidad de transformar el clásico trabajo en formato papel y adaptarlo mediante el uso de herramientas multimedia. La experiencia muestra que las actuales generaciones de estudiantes ya son habituales usuarios de herramientas multimedia y desarrollan por si solos abundantes ejemplos en el formato de los trabajos presentados. Los criterios básicos expuestos por el profesorado como guía inicial se resumen en la Tabla 3.

En muchas ocasiones, es el propio grupo quien propone al profesor que:

- ?? Se equipe el ordenador con el que se va a llevar a cabo la presentación de tarjeta de sonido y herramientas de reproducción de videos
- ?? Se mejore la calidad del trabajo generando un CD autoejecutable con menú desplegable para la navegación autónoma de los contenidos
- ?? Se pueda enriquecer la presentación en PowerPoint con la explicación oral de imágenes de video

Item	Recurso
I	Substitución del formato papel por el formato electrónico
II	Redacción en Word y generación de archivos en formato pdf
III	Estructuración de contenidos del trabajo en formato CD
IV	Presentación oral mediante el uso de las técnicas de animación que incorpora PowerPoint
V	Inserción de videos de corta duración junto a la presentación en PowerPoint
VI	Diseño de menú generado con FrontPage a partir de texto en Word para la navegación autónoma de contenidos del CD

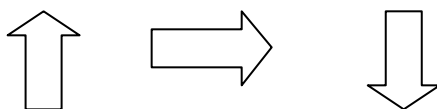
Tabla 3: Uso de herramientas multimedia

3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

De los trabajos presentados, se valoran los siguientes objetivos: la dificultad del trabajo, la corrección en el formato, la aportación técnica en el contenido, y la habilidad en la presentación oral para defender públicamente el trabajo.

Se insiste en la valoración de la originalidad de planteamientos de los estudiantes. Ello incide en que parte de la calificación final se basa en la comparación con el resto de trabajos llevados a cabo. No se trata de penalizar a los alumnos sino de valorar su trabajo respecto el resto de grupos.

Si se utiliza el formato de seguimiento de los estudiantes a lo largo de 15 semanas se procede a una valoración cualitativa de las tareas específicas de cada sesión. Mediante los símbolos gráficos



el grupo comprende si la tarea realizada en la sesión progresa adecuadamente, o si por el contrario está valorada como regular o claramente como poco adecuada. En todo momento se razona con el grupo esta calificación. Finalmente esta simbología se traduce en una calificación numérica sin perjuicio que el alumnado pueda realizar las alegaciones que crea oportunas. Sin embargo, este hecho no ha sucedido nunca hasta este momento.

El seguimiento del profesorado se concreta en que puede profundizar en el aprendizaje no solo del grupo, sino de cada individuo dentro del grupo, ya que queda patente la inquietud e interés de cada uno de los integrantes.

Para contrastar la evaluación del profesorado, se procede a la calificación con otros compañeros ya que en la presentación oral se invita a otros profesores como si se tratase de un tribunal ante la lectura de un proyecto de fin de carrera.

Resumiendo esta fase y comparándola con otras pruebas como exámenes o entrega de ejercicios, se detecta:

- ?? Mejora del conocimiento del individuo y de su implicación en las tareas realizadas, aportando criterios para su calificación
- ?? Valoración de la tarea en función de aptitudes cercanas a las que se exigen en el entorno profesional: participación en grupo, diseño de prototipos, originalidad, defensa pública argumentada

- ?? Excelencia en la calidad de algunos trabajos, merecedores de ser publicados y continuados. En concreto algunos de estos trabajos sirven para valorar la continuidad de los mismos en forma de proyectos final de carrera [3]
- ?? Mediante un aporte adicional escaso en medios se ha generado una colección de trabajos en formato electrónico, substituyendo la típica presentación de trabajos en formato papel por el formato CD.

4. NUEVAS PROPUESTAS

Los buenos resultados mostrados por estas experiencias prácticas indican que se pueden planificar estrategias a corto plazo para ser incorporadas dentro de los planes de estudio de titulaciones en ingeniería [4], [5].

Una de las estrategias que se está llevando a cabo consiste en preparar una asignatura dentro del plan de estudios del Segundo Ciclo en Automática y Electrónica Industrial, nueva titulación que empezará su andadura en septiembre del 2003 en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú.

Los aspectos básicos se resumen en la Tabla 4:

Ítem	Tarea
I	Asignatura: MECATRÓNICA, septiembre 2004
II	Objetivos: cooperación multidisciplinar y aprendizaje en proyectos de automatización
III	Experiencia piloto : grupo formado por estudiantes de diversa procedencia (ingeniero especialidad electrónica, mecánica o telecomunicaciones)
IV	Planificación: 6 créditos con 1.5 cr de teoría y 4.5 cr. de prácticas
V	Profesorado procedente de diversos departamentos
VI	Planificación: el grupo desarrolla un prototipo y hace un estudio de viabilidad para llevarlo a la práctica
VII	Aporte económico para el desarrollo de robots móviles de bajo coste (100 € por unidad)
VIII	Generación de memoria escrita del trabajo
IX	Defensa pública del trabajo ante tribunal formado por el profesorado
X	Valoración global de profesores y estudiantes

Tabla 4: Propuesta de asignatura en la que formalizar y adecuar las experiencias prácticas llevadas a cabo

5. CONCLUSIONES

A lo largo de diversos cursos y asignaturas en los últimos tres años, se han llevado a cabo experiencias prácticas siguiendo distintos criterios para evaluar la eficacia de esta metodología de aprendizaje en proyectos de automatización.

Los estudiantes cursan ingeniería técnica en la especialidad de electrónica industrial y muestran habilidades en la puesta en marcha de equipos industriales. A estas habilidades, el desarrollo de trabajos en forma de *miniproyectos* , - por analogía con el proyecto fin de carrera -, proporciona una

formación complementaria a la que ofrecen las clases habituales de teoría y problemas. Así se procede a potenciar el trabajo en grupo del futuro ingeniero en grupos multidisciplinares, desarrollo de aportaciones originales y reducción de la distancia entre el mundo académico y el entorno industrial.

6. REFERENCIAS

[1] P. Ponsa, A. Català. Actividades docentes en mecatrónica. *XXII Jornadas de Automática*, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, septiembre 2001

[2] C. Angulo, C. Torrens, P. Ponsa. Mecatrónica. Una asignatura basada en proyectos y gestionada por portfolio. *CIDUI'02 2n Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación*, Tarragona, 2002

[3] P. Ponsa, J. Aranda. Creación de un aplicativo multimedia en robótica. *XXIII Jornadas de Automática*, Universidad de la Laguna, Tenerife, septiembre 2002

[4] C. Torrens. *Building a Mobile Robot as an Excellent Graduating Exercise*, en Proc. *Workshop on Robotics Education and Training (RET)*, Weingarten, Germany, pp. 65-74, July 2001.

[5] P. Ponsa. Estudio de viabilidad para la puesta en marcha de la asignatura Mecatrónica dentro de las titulaciones de Ingeniería de la Escuela Universitaria Politécnica de Vilanova i la Geltrú. *Documento de trabajo interno*. UPC, 2001