

## UNA EXPERIENCIA DE GESTIÓN INTERDISCIPLINAR PARA LA ASIGNATURA DE TRABAJO FIN DE CARRERA.

C. T. MEDRANO<sup>1</sup>, M. UBÉ<sup>2</sup>, A. BLESA<sup>1</sup>, F. SERNA<sup>3</sup>, C. CATALÁN<sup>3</sup>, J. J. MARCUELLO<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Dpto. de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Escuela Univ. Politécnica. Universidad de Zaragoza. 44003 Teruel. España.

<sup>2</sup>Dpto. de Economía y Dirección de Empresas. Escuela Univ. Politécnica. Universidad de Zaragoza. 44003 Teruel. España.

<sup>3</sup>Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Escuela Univ. Politécnica. Universidad de Zaragoza. 44003 Teruel. España.

<sup>4</sup>Dpto. de Ingeniería Eléctrica. Escuela Univ. Politécnica. Universidad de Zaragoza. 44003 Teruel. España.

*El trabajo fin de carrera es una asignatura del plan de estudios de muchas titulaciones de ingeniería que se presta a diferentes tipos de aproximaciones. Presentamos en esta comunicación una propuesta de metodología docente para la dirección de trabajos fin de carrera seguida por un grupo de profesores de la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel. Finalmente valoramos, las ventajas e inconvenientes encontrados en su aplicación a nuestros alumnos.*

### 1. Introducción: El método docente.

El proyecto o trabajo fin de carrera (en adelante TFC) es la última asignatura que cursan los estudiantes de titulaciones de ingeniería de primer y segundo ciclo, y normalmente a la hora de incorporarse al mercado laboral es la única experiencia que pueden incorporar en sus *curriculum vitae*. Si concebimos esta asignatura como el nexo de unión entre las etapas universitaria y laboral de nuestros estudiantes, no podemos resignarnos a convertirla en un mero trámite, sino que deberemos dotarla de un "valor añadido". De este modo, hay que contemplar en el PFC, además de la componente técnica que corresponda en cada caso, aspectos que encontrará el alumno en su, ya cercana, actividad profesional.

Es importante que los TFC planteados busquen solucionar problemas o cuestiones no artificiales, es decir, problemas que deban satisfacer alguna necesidad real. En este sentido, una buena fuente de trabajos la constituye las diferentes actividades de investigación y/o desarrollo realizadas grupos de trabajo de la Universidad, ya que en éstas surgen problemas de ingeniería concretos, susceptibles de convertirse en TFC. En este sentido se ha desarrollado instrumentación específica para el grupo de óptica de la Universidad de Salamanca, Grupo de Holografía de la Universidad de Zaragoza (Facultad de Ciencias) y, por supuesto para cubrir

algunas necesidades del grupo de trabajo de la Escuela Universitaria Politécnica al que pertenecen los profesores.

Toda la metodología de trabajo se basa en la dirección colegiada de TFC entre profesores de diferentes áreas de conocimiento. En la actualidad se encuentran implicados en esta iniciativa y sin excluir a otras, profesores de las siguientes áreas:

Áreas de conocimiento implicadas	Profesores	Asignaturas
Tecnología Electrónica	2	Sistemas digitales/Microelectrónica
Lenguajes y Sistemas Informáticos	2	Programación/ Arquitectura de Comp.
Ingeniería Eléctrica	1	Teoría de Circuitos
Organización de Empresas	1	Organización de sistemas productivos

**Tabla 1:** *Áreas de conocimiento implicadas*

Los profesores asumen dos papeles durante el desarrollo del trabajo fin de carrera: 1. Asesoramiento y tutela y 2. Cliente. El primer aspecto contempla el punto de vista académico y persigue la tutorización del trabajo del alumno. El segundo por el contrario busca que éste trabaje como un profesional que debe satisfacer las necesidades y requerimientos del cliente, en este caso real, si el problema a resolver también lo es.

En la Tabla 2 indicamos las tecnologías que habitualmente se utilizan para la implementación de nuestros proyectos y los métodos que consideramos de interés para la adecuada realización de los mismos. En la primera columna de esta tabla destacamos los conocimientos afines a las asignaturas que se imparten por el grupo. En la segunda columna hacemos referencia a aquellos aspectos asociados al desarrollo del proyecto que el alumno debe incluir en el mismo.

<b>Tecnologías y métodos</b>	
Sistemas basados en $\mu$ C	Análisis del sistema a desarrollar.
Diseño de lógica programable	Generación eficiente de un documento de especificaciones.
Comunicación USB	Descripción funcional del sistema a diseñar.
Interfaz hombre/máquina en sistemas tipo windows	Planes de validación
Control remoto de instrumentación (java)	Análisis de costes, ...
Metrología y calibración	
Sistemas y componentes optoelectrónicos	

**Tabla 2:** *Tecnologías y aspectos metodológicos que se incluyen en el proceso de aprendizaje de la asignatura proyecto fin de carrera.*

Insistimos en el hecho de que los TFC propuestos a los estudiantes estén definidos en términos de satisfacer necesidades reales. Esto incluye posibles ambigüedades que obliguen a los estudiantes a desarrollar un trabajo de análisis previo. Este debe culminar con la generación de un documento de especificaciones que defina, ahora sí, con todo detalle, el sistema que va a diseñarse y construirse.

## 2. Recursos y Herramientas.

La exigencia de este método de trabajo obliga al profesorado a facilitar una serie de recursos al alumno que acepta esta dinámica de trabajo. Según nuestra experiencia, el profesor debe realizar un esfuerzo añadido en los siguientes puntos:

**Laboratorios:** Los alumnos disponen de las herramientas hardware y software necesarias para el adecuado desarrollo del proyecto. En este sentido se ha puesto en práctica una política de "puertas abiertas" de los laboratorios para que sean utilizados como "sala de usuarios" fuera de las horas regladas para prácticas de las asignaturas.

**Materiales fungibles:** Los profesores implicados en esta experiencia realizan un esfuerzo añadido en la búsqueda de financiación para adquirir todos los materiales que permitan construir los prototipos diseñados en cada proyecto. Para ello, se han establecido convenios de colaboración con entidades públicas y privadas que intervienen a modo de mecenazgo.

**Acceso a información técnica.** Se potencia desde el primer momento la búsqueda de información necesaria para realizar el trabajo, y se estimula el análisis crítico de la misma por parte del alumno. En particular, se incide en el máximo aprovechamiento de Internet.

**Contactos y estancias en otros centros.** Si el proyecto es lo suficientemente atractivo se estimula al alumno para que realice una estancia de corta duración (típicamente una semana) en laboratorios ajenos al centro. Para ello es necesario el contacto con el citado laboratorio y la financiación de esta estancia (que de nuevo es vía mecenazgo). También se han establecido contactos con empresas y organismos locales para la cooperación en el desarrollo y propuesta de trabajos.

## 3. Documentación: Seguimiento del proyecto

El documento oficial del proyecto es la página *web* de cada alumno. Él es el responsable de su confección y mantenimiento y sólo se evalúan los avances reflejados en la misma. Esta política de transparencia de la información permite ver a todo el interesado (miembro de la escuela o no) el estado real del proyecto. Es esta una forma de "vender" a las empresas interesadas en contratar a nuestros titulados, el trabajo realizado en el centro. En este sentido, ya se han constatado peticiones de información, directamente a los alumnos, relacionadas con su trabajo. En la página *web* se incluyen datos personales de los alumnos, especificaciones y estado actual del proyecto, otras páginas de interés para los mismos, etc. La página principal se encuentra en la siguiente dirección de Internet: <http://escandon.unizar.es/pfc.html>

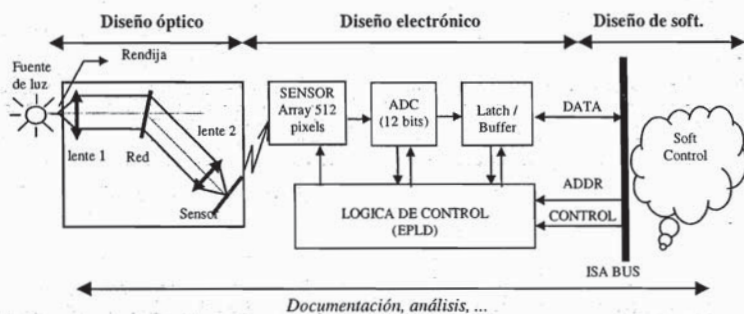
## 4. Casos concretos

Como casos concretos, mostramos dos líneas de trabajo:

1.- C-Sat: Se trata del diseño y desarrollo de una familia de NanoSatélites, de plataforma abierta, es decir, capaz de incorporar nuevos elementos o subsistemas sin afectar al núcleo del sistema. Un primer paso consiste en redactar toda la documentación referente al satélite,

cubriendo todas las especificaciones necesarias para cada uno de los subsistemas que incorpore el pequeño artefacto. Una vez llevado a cabo este trabajo documental, en una segunda fase, se realizará el diseño y desarrollo del que será el primer prototipo (C\_Sat1), que solamente incorporará el centro de control y la captación de datos atmosféricos (Temperatura, presión,...), junto con la transmisión y recepción de datos y comandos de control. Prototipo que solamente será probado en el laboratorio, a la espera de nuevos proyectos y proyectistas que lo hagan crecer.

2.- Desarrollo de instrumentación optoelectrónica: Centra su atención en el desarrollo de equipos y sistemas de instrumentación susceptibles de ser utilizados en laboratorios ópticos o fotónicos, o que incluyan en su diseño elementos difractivos. Un aspecto que consideramos prioritario es la integración de tecnologías. Para una adecuada gestión de la información que se puede obtener de estos sistemas es necesario el uso de sistemas electrónicos y de herramientas software. Los PFC resultado de esta línea han desarrollado: Radiómetro, espectrómetro, colorímetro, pirómetro, Control remoto de un microscopio para análisis de muestras biológicas o un Sistema para caracterización automática de redes de difracción. En la Fig. 1 mostramos, de forma simplificada, el diagrama de bloques del espectrómetro en el que se indican las tecnologías necesarias para su implementación.



**Fig. 1:** Diagrama de bloques simplificado de un espectrómetro en el visible. En el mismo se aprecian diferentes técnicas utilizadas en su diseño.

## 5. Conclusiones.

La gestión colegiada de proyectos fin de carrera que proponemos en esta comunicación, exige por parte de los profesores implicados un esfuerzo añadido en aspectos tales como coordinación, búsqueda de financiación, definición de proyectos atractivos para profesores y alumnos, y búsqueda de nexos de unión con empresas y organismos externos.

Este esfuerzo se ve recompensado por los resultados. Según nuestra experiencia, el producto final da un valor añadido claro a una actividad docente con gran tradición en escuelas de ingeniería, el TFC. En particular, aproximar al alumno a una situación real y estimularle a la búsqueda de soluciones óptimas a problemas concretos, utilizando para ello métodos de Trabajo profesionales. Esta plusvalía redundará tanto en el alumno como en la calidad global de la docencia en la titulación.