

## POTENCIAR LA FIGURA DEL DIRECTOR DE PROYECTOS FIN DE CARRERA DE PERFIL PROFESIONAL NO UNIVERSITARIO

Gago Calderón, Alfonso<sup>1</sup>, Gago Bohórquez, Alfonso Carlos<sup>2</sup>

1: Departamento de Electrónica  
Escuela Superior de Ingenieros Industriales  
Universidad de Málaga  
Dirección postal  
e-mail: agago@uma.es, web: <http://www.uma.es>

2: Departamento de Electrónica  
Escuela Superior de Ingenieros Industriales  
Universidad de Málaga  
Dirección postal  
e-mail: gago@ctima.uma.es, web: <http://www.uma.es>

**Resumen.** *En este documento se establece una línea de trabajo colaborativo con empresas del entorno de la Universidad de Málaga para proponer Proyectos de Fin de Carrera en colaboración con empresas de diseño electrónico de Málaga con un marcado carácter profesional.*

*Este programa se basa en atender a los alumnos que soliciten realizar su proyecto con el departamento de electrónica para relacionarlo con profesionales y empresas en donde puedan desarrollar temas de interés común. Estos temas se podrán generar a instancia alumnos, profesores o empresas y llevarse a cabo con el consenso de los miembros de estas tres partes.*

*Se describen las experiencias realizadas hasta el momento, destacando los resultados y las principales ventajas que se obtienen y ofreciendo las opiniones de las partes implicadas.*

**Palabras clave:** PFC, director, ponente, industria, profesionales.

### 1. INTRODUCCIÓN

Muchas definiciones de proyectos fin de carrera (PFC) técnicos coinciden en aplicar globalmente los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos; sin embargo, existen muchas opiniones dentro de la literatura educativa que defienden que éste debe ser un paso más (y especialmente importante) dentro del proceso educativo de los alumnos en su paso por la universidad.

A pesar de que es un aspecto bastante olvidado, queremos remarcar que en la totalidad de los reglamentos de PFCs de las facultades y Escuelas que los requieren para la obtención del título, contemplan que el director del mismo puede no ser un profesor universitario sino un profesional especialista en el tema elegido –externo al ámbito universitario- con la supervisión de un tutor académico (o ponente) que si pertenezca o este vinculado a la facultad ó escuela.

En este trabajos vamos a explicar un modelo de trabajo para llevar a cabo esta posibilidad normativa de trabajo junto con diversas experiencias en su implementación práctica, mostrando las distintas posibilidades y ventajas que ofrece, especialmente para los alumnos, pero sin olvidarnos de las propias para los profesionales y profesores implicados en la realización de un trabajo que debe ser útil y de calidad.

## 2. ANTECEDENTES

Como punto de partida de este trabajo quisimos averiguar el grado de aplicación de este aspecto de la normativa en las universidades españolas, que pensamos es una medida válida (aunque claramente no la única) del grado de interrelación de la universidad con su entorno empresarial e industrial cercano.

Nos hemos encontrado que es un trabajo muy arduo y laborioso obtener una estadística completa de todas las facultades técnicas ya solamente de España, dado que no hay una base de datos ni a nivel general ni siquiera a nivel de facultad del formato de dirección de los proyectos.

En nuestro caso, para obtener un ejemplo de estadística válida de partida en nuestro entorno, la Universidad de Málaga, hemos recurrido a las bibliotecas de las Escuelas Superiores de Ingeniería Industrial e Informática donde se encuentran publicados la totalidad de los Proyectos Fin de Carrera leídos en las mismas a lo largo de toda su historia.

Hemos analizado cada uno de los tomos para ver si contaban con la figura de un ponente (que es condición fundamental para que exista un director no asociado a la escuela en cuestión) y a continuación buscábamos en la base de datos de la universidad si el director es personal o no de la universidad de Málaga.

Como resultado esta búsqueda podemos concluir que de los 1.010 PFC presentados en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad de Málaga antes de iniciar esta experiencia, solamente siete contaron con ponentes que no son profesores de la UMA y de ellos, seis se han identificado como profesores de otras universidades españolas, europeas y sudamericanas. Los resultados obtenidos en la escuela de informática fueron del mismo orden y en todo similares.

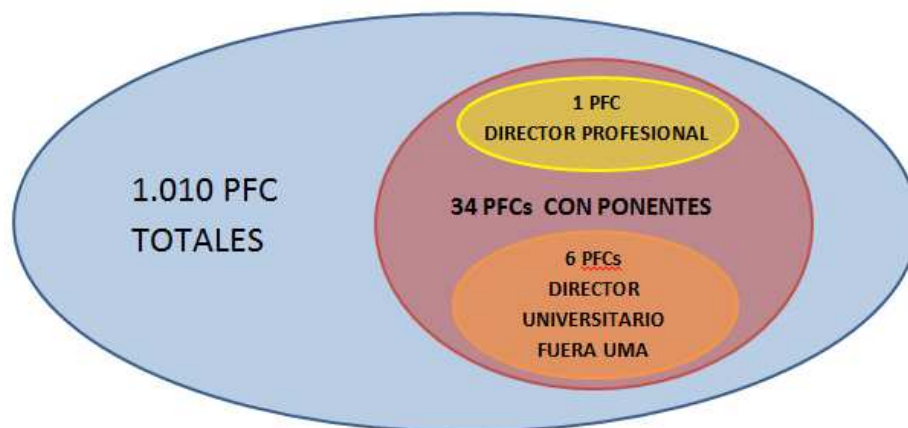


Figura 1. Distribución de la direcciones de PFCs en la escuela superior de ingenieros industriales de la universidad de Málaga desde el inicio hasta el 31 de diciembre de 2012

Estos resultados pueden indicar que la interacción voluntaria entre la universidad o la empresa es extremadamente reducida fuera de los proyectos de investigación que obligan por ley a una relación contractual entre estas dos entidades, o que si se da, no se

llega a reflejar en el proceso educativo y se queda en el ámbito meramente investigador, y por tanto no redundará en beneficio de los estudiantes de la Universidad.

### **3. OBJETIVOS DEL PROYECTO EDUCATIVO**

Planteamos un modelo de realización de los PCF que no se limite a completar un mero resumen de conocimientos obtenidos sino que sea un proceso que aporte un verdadero valor añadido al alumno en el paso previo a su incorporación al mercado laboral.

Los objetivos básicos desde el punto de vista educativo que se desean obtener son:

- Formar para que le sirva de puente a su inminente llegada al mercado laboral. Salvo en perfiles de alumnos con una especial vocación hacia el campo de la investigación, su PFC debería ser un puente entre la universidad que está a punto de abandonar y el mundo empresarial.
- Promover al alumno para perfeccionar su capacidad creativa
- Fomentar su capacidad de interrelación con personas ajenas a su entorno habitual educativo

Por la naturaleza a tres bandas de la relación que se propone debe existir una motivación adicional a la educativa para implicar al sector empresarial. Una de las misiones del profesorado universitario es encontrar el tema de proyectos y la motivación necesaria en el personal industrial para que todas las partes se impliquen en el proyecto. Esta puede ser de carácter:

- Formativo, aumentando los conocimientos del tema
- Curricular, incrementando los méritos del profesional implicado
- Técnico, ya que el proyecto puede ser una ayuda al desarrollo de un producto industrial.

En todos los casos se fijan unas condiciones básicas de trabajo que se resumen en:

1. El trabajo ligado a la realización del proyecto no tiene carácter lucrativo para el alumno y por tanto no existe ninguna vinculación laboral en la realización del mismo, regulándose los ritmos de trabajo a la disponibilidad y la capacidad del estudiante y nunca a terceros intereses.
2. El disfrute de la propiedad intelectual, los beneficios y los resultados publicables o patentables del trabajo se establecen al firmar el anteproyecto del mismo y se reparte en función del acuerdo que se estime oportuno entre las partes en función de los recursos necesarios y la propiedad de la idea a explotar.
3. Se exige un compromiso de responsabilidad a todas las partes implicadas, especialmente a la parte profesional responsable de la dirección. En caso de disconformidad en su trabajo por alguna de las otras dos partes se continuará el trabajo del proyecto recayendo la responsabilidad de la dirección en el ponente seleccionado.

La búsqueda de los profesionales con la capacidad y voluntad de actuar como directores se realiza en base a las relaciones personales y de vinculación por proyectos de investigación de los profesores implicados y a la intermediación de una Fundación vinculada a la universidad de Málaga con el objetivo social de promover y facilitar la transferencia de resultados de investigación desde la universidad al entramado de pequeñas y medianas empresas del entorno de la universidad: La Fundación Solitec.

#### 4. EXPERIENCIA REALIZADA

Hemos realizado en el último año seis proyectos fin de carrera en diversas facultades técnicas de la Universidad de Málaga aplicando este principio de conectar a profesionales del campo de la electrónica con alumnos que solicitan la realización de su PFC con el Departamento de Electrónica de la UMA.

En la tabla 1 presentamos los datos más importantes de cada uno de estos 6 primeros proyectos realizados. En el caso de no tener docencia en un centro determinado se ha buscado un ponente habilitado dentro de ese centro en algún departamento ligado al tema del proyecto y dispuesto a trabajar en el modelo propuesto. Ha sido así en dos casos encontrando dos ponentes dispuestos.

En el planteamiento de temas para los proyectos se ha trabajado partiendo de tres posibles planteamientos diferentes:

- 1) Escuchar las necesidades de empresas colaboradoras con el departamento en necesidades puntuales de las mismas. (2 proyecto)
- 2) Escuchar los intereses de los alumnos en ciertos temas tecnológicos en los que tienen un especial interés. (1 proyecto)
- 3) Cubrir trabajos de diferentes procesos educativos o proyectos de investigación en marcha en este departamento o en otro que solicite apoyo para la realización de proyectos. (3 proyectos)

<b>Centro</b>	<b>Carrera</b>	<b>Temática</b>
Facultad de Ciencias UMA	Ingeniería Química	Caracterización de procesos térmicos en Iluminación LED
E.T.S.I. Industriales UMA	Ingeniero Electrónico	Sistemas de medidas y supervisión de baterías
E.T.S.I. Industriales UMA	Ingeniero Electrónico	Sistemas de telemetría RF para coches eléctricos
Escuela politécnica Superior UMA	Diseño Industrial	Diseño del disipador de una luminaria LED
E.T.S.I. Industriales UMA	Ingeniero Electrónico	Sistema domótico de control de luminarias
E.T.S.I. Industriales UMA	Master de Posgrado en Mecatrónica	Sistema de iluminación de muy bajo consumo para robótica móvil

Tabla 1. Datos básicos de los distintos proyectos realizados con el apoyo de un director profesional hasta el momento.

## **5. RESULTADOS OBTENIDOS**

Las principales ventajas que se aprecian para cada una de las partes que se implican en esta metodología de trabajo son:

- Los alumnos aumentan su implicación y tienen más apoyo en su trabajo obteniendo: plazos de finalización promedios más cortos, una alta satisfacción de resultados obtenidos, una primera experiencia en un ámbito profesional tecnológico y una posibilidad de integración en una empresa ligada a su especialidad de estudios.
- Al profesor universitario le permite establecer lazos con el entramado profesional local cercano a su centro de trabajo, establecer líneas de investigación colaborando con empresas privadas y establecer posibles vías de financiación en estos proyectos.
- Al profesional no universitario le ofrece o facilita un apoyo técnico y creativo en el desarrollo de nuevas tecnologías, productos y/o aplicaciones. Le ofrece una visión diferente desde una perspectiva de los alumnos, en muchos casos, muy ligada a las nuevas tecnologías emergentes y sin prejuicios o vinculaciones acomodadas a ciertos modos de trabajos.

Las principales inconvenientes que se han tenido que resolver y manejar en los distintos proyectos realizados han sido:

- Los diferentes criterios de velocidad de trabajo de las distintas partes. En ciertas ocasiones el profesorado ha tenido que mediar para conciliar procesos de relajación del alumnado en la realización del proyecto con los criterios de trabajo más continuado de los profesionales.
- Intentos de los alumnos de conseguir, más o menos sutilmente, que los directores profesionales realicen parte de su trabajo en el proyecto. En este sentido los ponentes supervisan y dan directrices claras de que el trabajo del director es guiar, aconsejar y resolver bloqueos y problemas lógicos y razonables y nunca eliminar el componente de esfuerzo personal del proyecto.

Estos dos problemas se han resuelto con reuniones entre las tres partes para acercar las posturas y diferencias entre ellos y recordar a cada uno las condiciones de trabajo que se acordaron al aceptar la realización del proyecto.

Hasta el momento no se ha producido ningún abandono ni renuncia por ninguna de las partes por lo que se han respetado las condiciones básicas de trabajo establecidas al inicio de cada proyecto.

## **6. CONCLUSIONES Y LINEAS DE TRABAJO FUTURAS.**

El programa que continua en marcha pretende seguir poniendo en contacto a empresas y alumnos para realizar sus proyectos fin de carrera bajo una perspectiva claramente profesional para darles formación y una primera toma de contacto con el mundo laboral que deben alcanzar tras concluir esta última etapa de su formación.

Las opiniones que se obtiene de cada una de las partes sobre la experiencia son claramente positivas, destacando de cada uno de ellos:

- Alumnos, el acercamiento a una realidad profesional real.
- Profesores, las nuevas relaciones personales y de investigación que se les abre.
- Profesionales, las nuevas perspectivas y puntos de vistas y tecnologías que les transmiten los alumnos sobre sus problemas habituales de trabajo.

Se desea dar una proyección de continuidad a la idea planteada y trasladarlo también desde el ámbito profesional al investigador, con lo que buscamos que se puedan realizar tesis doctorales con una filosofía similar que permita obtener vías de financiación para la realización de este tipo de trabajos ligadas a una fuente privada en el caso de no poder obtener financiación pública o de una empresa con un marcado carácter de I+D y con profesionales doctores que decida proponer y/o invertir en proyectos de investigación a este nivel.

## **REFERENCIAS**

Aquino, J. A. Corona, L.I y Fernández, C. (2009) Impulsando el desarrollo sostenible, mediante proyectos de fin de carrera en ingeniería mecatrónica, en nuestra nación. *9º Congreso Internacional CFIE – IPN*. Mexico.

Aranguren, G. Etxaniz, J. Monje, P.M. (2012) La producción electrónica: una notable ausencia en la universidad. *X Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica*. Vigo. ISBN: 978-84-8158-569-8

Bentrika, A. Hernández Encinas, A. Queiruga Dios, A. Visus Ruiz, I. Proyecto Fin de Carrera: Aplicación del Aprendizaje en Competencias. *I Congreso Internacional de Intercambio de Experiencias de Innovación Docente Universitaria*. ISBN 978-84-7800-280-1, 241-246.

Franco Chumillas, P. Sánchez Reinoso, H.T. Estrems Amestoy, M. Monreal Revuelta, S. (2008) Desarrollo de iniciativas docentes dedicadas a la promoción de las competencias de los alumnos de ingeniería mediante la realización de prototipos para competiciones internacionales. *I Jornadas sobre nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias y las ingenierías*. Murcia.

García Osorio, C.I. López Nozal, C. Vaquerizo García, B. Pardo Aguilar, C. (2001) Experiencia de colaboración con empresas en la realización de Proyectos Fin de Carrera de la ingeniería en informática de gestión de la Universidad de Burgos. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*.

Martínez Esteban, J.A. Esquiroz Bacaicoa, L. Campo Rodríguez, J.C. Sánchez Riesgo, A. (2003) Modelos a escala: un apoyo práctico en el aprendizaje de la electrónica. *XI edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú, de la Universitat Politècnica de Catalunya

Sola, J. Jorba, J. Llumà, J. (2009) Docencia de la gestión de la calidad en PFC experimentales. A: Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. *17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Valencia.