

# Experiencias de Colaboración con Empresas en la Realización de Proyectos Fin de Carrera de la Ingeniería en Informática de Gestión de la Universidad de Burgos

César Ignacio García Osorio, Carlos López Nozal,  
Belén Vaquerizo García, Carlos Pardo Aguilar

Escuela Politécnica Superior, Departamento de Ingeniería Civil,  
Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Burgos,  
e-mail: {cgosorio, clopezno, belvagar, cpardo}@ubu.es

## Resumen

El presente artículo presenta algunas de las experiencias que el área de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Burgos ha tenido en la realización de proyectos fin de carrera en colaboración con empresas. En opinión de los autores es sumamente interesante que los alumnos puedan aprovechar la realización de su proyecto fin de carrera para ser protagonistas de una experiencia de trabajo en un entorno real.

## 1. Introducción

La titulación de Ingeniero en Informática de Gestión es relativamente joven en la Universidad de Burgos. Lleva implantada desde 1995. Desde entonces han salido 3 promociones y el número de proyectos presentados ha sido de 29. Otras estadísticas sobre matriculación de alumnos<sup>1</sup> se presentan en la tabla 1.

En cuanto a los proyectos realizados se observa una evolución en los mismos. Por un lado, ya no se usa la metodología estructurada para afrontar la realización de proyectos fin de carrera. Si bien es cierto, que incluso desde los primeros proyectos fueron muchos los alumnos que apostaron decididamente por la orientación a objetos. Pero esto es algo que era previsible, dado que los profesores alentamos a los alumnos, para

que así sea, reflejando, de este modo, la tendencia existente en la industria.

Por otro lado, en cuanto al lenguaje de programación utilizado, es de destacar que son cada vez más los alumnos que deciden usar Java, aunque es algo en lo que se da libertad de actuación al alumno. De hecho se cuenta con proyectos realizados en Visual Basic, en C++ y en Delphi.

El aspecto más interesante tiene que ver con el hecho de que son numerosos los alumnos que presentan proyectos desarrollados durante el tiempo de disfrute de una beca de colaboración con una empresa. Desconocemos la situación en otras universidades, pero sospechamos que, en este aspecto, en Burgos somos afortunados, dado que las empresas se han mostrado hasta ahora interesadas en el ofrecimiento de becas de colaboración, por su necesidad en tecnologías de la información<sup>2</sup> (en este artículo se comentan las colaboraciones realizadas al amparo del R.D. 1497/1981 de 19 de junio, actualizado por el R.D. 1845/1994). La empresa asigna un tutor y la dirección del centro asigna un profesor como director del programa. Si la colaboración tiene como fruto un proyecto fin de carrera, este profesor hará también las funciones de tutor de dicho proyecto. La cuantía de las becas que disfrutaban los alumnos oscila entre las 60.000 y las 157.000. Los datos de número de alumnos en

---

<sup>1</sup> Datos a octubre del 2000.

---

<sup>2</sup> En este sentido es fundamental la extraordinaria labor realizada por el Subdirector de Convenios Externos de la EPS D. Marcos Alfayate Blanco siempre dispuesto a buscar nuevas colaboraciones.

Curso	Nº Clausus	1º			2º			3º		
1.995/96	70	67	68'7	71	-	-	-	-	-	
1.996/97	70	69	85'9	107	26	37'9	47	-	-	
1.997/98	70	71	90'7	121	51	56'6	70	2	15'3	
1.998/99	70	76	98'3	128	57	75'6	9	4	22'5	
1.999/00	100	103	135'4	176	54	71'5	102	3	30'5	
2.000/01	125	123	147'9	236	73	86'5	103	17	41'6	

Tabla 1. Número mínimo, medio y máximo de alumnos en las asignaturas de cada curso de ingeniería técnica en informática de gestión por año académico.

Curso	Alumnos en convenios de prácticas	Proyectos en colaboración con empresa	Proyectos presentados	Alumnos que presentaban proyecto	% proyectos en empresa
1995/1996	0	-	-	-	-
1996/1997	1	-	-	-	-
1997/1998	2	0	2	4	0
1998/1999	14	4	8	10	50
1999/2000	26	6	19	22	31'5
<b>totales</b>	<b>43</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>36</b>	<b>34'5</b>

Tabla 2. Alumnos en prácticas y proyectos realizados en colaboración con una empresa.

convenios de prácticas, y de número de proyectos desarrollados al amparo de dichos convenios se presentan en la tabla 2.

En la tabla 3 se muestran otros datos económicos relativos a estas colaboraciones.

## 2. Tipología de proyectos

Aunque en este artículo sólo se van a comentar algunos de los proyectos fruto de la colaboración del alumno con la empresa, conviene tener presente la siguiente tipología de proyectos, que creemos puede establecerse con los proyectos elaborados hasta el momento en nuestra área.

### 2.1. Proyectos “clásicos”

Esta es la solución más socorrida por muchos alumnos. Es el típico proyecto de “automatización de la gestión de un videoclub”, se pretende desarrollar una aplicación típica de gestión, el tutor muchas veces debe asumir el papel de cliente e inventarse las necesidades y dificultades que debe resolver el alumno. Para el alumno es el tipo de proyectos más cómodos de realizar. Para el tutor no supone ningún aliciente, al estar muy alejados de su ámbito de trabajo habitual. El

ánimo que observamos entre los profesores del área es que este tipo de proyecto será cada vez mas escaso.

### 2.2. Colaboraciones con otras áreas dentro de la universidad

Aunque éstos tampoco son el tipo de proyecto que se trata en este artículo también, tienen cierto interés. Por de pronto, el tutor no tiene la obligación de hacer las veces de cliente. El alumno se siente motivado porque esta desarrollando una aplicación que va a servir para resolver una necesidad real. Va a tener ocasión de enfrentarse a la difícil tarea de recoger los requisitos de un cliente con el que no va a poder utilizar un lenguaje técnico (como ocurriría en el caso de que fuese el propio tutor el que actuara como cliente). Además, en algunos casos va a poder disfrutar de una beca como ocurre con las prácticas en empresa. En última instancia, este tipo de proyectos permite también que la propia universidad se beneficie de los resultados del mismo. En Burgos tenemos algunas experiencias enriquecedoras con este tipo de proyectos (como son los titulados “Gestión del inventario de los laboratorios de química para la Universidad de

Curso	Nº becas	Nº empresas	pts totales	meses/beca	pts/mes	pts/beca
1995/1996	0	-	-	-	-	-
1996/1997	1	-	-	-	-	-
1997/1998	2	2	440000	2'5	88000	220000
1998/1999	14	7	5881994	4'15	101135	420142
1999/2000	26	15	9964040	3'7	102722	383232
<b>totales</b>	<b>43</b>	<b>24</b>	<b>16286034</b>	<b>3'7</b>	<b>101686</b>	<b>378744</b>

Tabla 3. Datos económicos de la colaboración con empresas.

Burgos” [7] y “Gestión de Fichas de Alumnos de un Área Universitaria vía Internet” [5]).

### 2.3. Innovación

En esta categoría se pretenden incluir todos aquellos proyectos que suponen innovación en la docencia o actividades afines. Hasta el momento los únicos proyectos en esta línea son los titulados “SIMCO: Simulador de pórticos” [1] (una aplicación para facilitar el aprendizaje del cálculo de estructuras, que se desarrolló, en colaboración con el área de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de las Estructuras) y “Desarrollo de herramientas para el trabajo en grupo en proyectos de docencia y soporte para redes temáticas de investigación” [12].

### 2.4. De aplicación de la investigación

Se trata de delimitar dentro del área de investigación del tutor, algún problema cuya solución por el alumno, con el apoyo constante del tutor, pueda constituir un trabajo fin de carrera. Tienen la ventaja de que el tutor esta plenamente implicado y motivado en el desarrollo del mismo. Además, dado que, según encuestas realizadas a alumnos de tercero, un alto porcentaje de nuestros alumnos tiene intención de cursar la superior, son una buena forma de introducirse en temas informáticos avanzados.

### 2.5. Colaboraciones con empresa

Este tipo de proyectos desde la óptica del alumno son muy interesantes, sobre todo si el alumno tiene decidido no cursar la superior (ya que en este caso probablemente le interesaría más un proyecto de los de tipo comentado en la anterior subsección). Se le ofrece al alumno la

posibilidad de disfrutar de una beca y de entrar en contacto con el mundo laboral.

En este sentido en Burgos se tiene la suerte de contar con un tejido industrial de cierta importancia, sobre todo en el sector de la alimentación y en el de las empresas auxiliares de la industria automovilística.

## 3. La problemática de la colaboración con la empresa

En esta sección se analizan tres puntos que conviene tener muy presentes a la hora de iniciar una colaboración con una empresa de la que se pretende obtener como fruto un proyecto fin de carrera.

El primer punto a tener en cuenta es que no todos los becarios tienen la fortuna de realizar una tarea que al final pueda evaluarse como proyecto fin de carrera.

Dentro de lo que son las prácticas en empresa hay que diferenciar aquellas en las cuales el alumno está haciendo trabajos sueltos, parcheando o desarrollando pequeñas aplicaciones para resolver problemas puntuales, pero que no tienen la entidad suficiente como para poder considerarlos como proyecto. La suma de todos estos pequeños desarrollos tampoco puede considerarse como un proyecto, a no ser que todos ellos vayan encaminados a un único fin, algo que no suele suceder.

En otros casos el alumno está metido dentro de un gran proyecto en el cual lo que él hace no llega a ser un proyecto completo, sino una parte de otro más amplio. En estos casos es difícil establecer qué es lo que realmente ha realizado el alumno.

Por último, hay casos en que la empresa plantea un problema cuya solución es abarcable en

los meses que dura la beca, y por tanto puede presentarse como proyecto fin de carrera. También puede suceder que el alumno, respondiendo a la presión del “todo tiene que estar para ayer”, desarrolle una aplicación de entidad suficiente, pero obligado a codificar directamente a partir de los requisitos saltándose la parte relativa a la generación de la documentación metodológica, que tal vez la empresa, generalmente por desconocimiento, no quiera o no necesite. En este caso el alumno puede aprovechar el trabajo realizado utilizando el desarrollo como prototipo funcional del proyecto final de carrera. Es decir, el alumno puede tomar la aplicación desarrollada, como base de partida para la realización del proyecto, siguiendo en esta ocasión de forma rigurosa la metodología. De este modo el tutor no es el cliente, y el problema planteado se trata de un problema real.

El segundo punto tiene que ver con la preocupación que existe dentro de la empresa con el mantenimiento posterior de la aplicación. Algo que contrasta con las presiones a las que se sometió inicialmente al desarrollador, imponiéndole el sacrificar la pulcritud del desarrollo a favor de plazos de entrega cortos. Es interesante comentar que esta preocupación y lo satisfechos que quedan de la actividad desarrollada, ha hecho que en varios casos se ofrezca al alumno la posibilidad de seguir trabajando en la empresa con un contrato laboral o de seguir colaborando con una nueva beca (se tiene constancia de que esto ha sido así en al menos 3 casos).

Por último, comentar la conveniencia de llegar a un equilibrio entre los intereses que tiene la empresa por resolver problemas concretos a corto plazo, y el interés del alumno y el tutor por ensayar novedades tecnológicas y aplicar una metodología de desarrollo de forma ordenada.

En general, se puede afirmar que hay satisfacción por parte de la empresa. Esto viene avalado por el hecho de que cada vez son más las empresas que repiten la experiencia, aumentando el número de becas. Con algunas se está hablando incluso de establecer un contacto más estrecho y permanente, buscando una mayor implicación del profesorado de forma que lleve a cabo un control permanente de las aplicaciones desarrolladas por los alumnos.

## 4. Algunos proyectos

Para dar una idea de la naturaleza de los proyectos realizados en colaboración con empresas se han seleccionado en esta sección algunos de ellos.

### 4.1. Ayuntamiento de Burgos

El ayuntamiento de Burgos (<http://www.aytoburgos.es/>), como otras muchas entidades, tomó la decisión de montarse al carro de Internet y presentarse al público, también a través de este medio.

El proyecto “Desarrollo de componentes aplicados a la mejora y ampliación de la web municipal” [6] se basaba en la ampliación del sitio web del Ayuntamiento de Burgos con la creación de los procesos necesarios para publicar información corporativa de forma sencilla, por el responsable del área correspondiente, descargando así al departamento de informática de su actualización.

Antes de la realización de este proyecto existía una web estática en la que la información no era publicada, ya que requería que un responsable de cada área involucrada enviara la información de forma diaria, y que una persona en el departamento de informática se dedicara sólo a su publicación.

El objetivo principal del proyecto fue mecanizar estos procesos mediante una aplicación web, que se encarga de proporcionar una interfaz adecuada a los responsables de cada área para que puedan publicar directamente en la Web municipal, sin necesidad de intermediarios.

También se trató la interacción con el usuario, añadiendo contenido dinámico a la página en forma de menús desplegados, que le permiten encontrar información clasificada en categorías de forma sencilla y eficaz.

### 4.2. Nicolás Correa

Nicolás Correa (<http://www.correa.es/>) es un grupo empresarial cuya matriz se dedica a la fabricación de máquinas fresadoras. En una empresa de gran envergadura, con una facturación anual de más de 9.500 millones de pesetas<sup>3</sup>, la

---

<sup>3</sup> Datos de 1998

colaboración con la universidad se ha materializado en varios proyectos. El que aquí se describe (“Soluciones para la red local de Nicolás Correa”) tiene que ver con el ajuste y mejora de su red, que surgió al sustituir el sistema de gestión basado en un servidor AS/400 sistema 36 que utilizaba una red *token ring*, por un sistema ERP 1 sobre Windows NT, sirviéndose de una red *Ethernet* de alta velocidad.

En [10] el primer paso fue llevar a cabo un exhaustivo análisis de la situación de la red de Nicolás Correa: elementos físicos, modelo de cableado, distribución de la carga de comunicaciones por áreas departamentales. Con posterioridad se identificaron las áreas de mejora: reestructuración de las conexiones existentes, establecimiento de pautas de actuación para conexiones posteriores, identificación del impacto de estas modificaciones en la red local de Amahe S.A (filial de Nicolás Correa), política de asignación estructurada de direcciones IP, creación de estructura administrativa de la red (dominios de Windows NT) para permitir la gestión centralizada, establecimiento de perfiles de usuario y de seguridad, configuración de aplicaciones de red, política de copias de seguridad, ... Todas estas actuaciones se documentaron extensamente, así como las alternativas evaluadas y los motivos por los que se descartaron.

### 4.3. Nuclenor: Central Nuclear Santa María de Garoña

Situada junto al río Ebro, en el Valle de Tobalina, al norte de la provincia de Burgos. En el entorno comprendido en un radio de 30 km, el impacto económico de la central puede evaluarse desde su inicio en casi 20.000 millones de pesetas, tomando como referencia el empleo generado, la contratación de servicios y compras, así como los impuestos y tasas correspondientes.

El objetivo del proyecto “Emulación de las impresoras del Honeywell 45000” fue eliminar de una sala contigua a la sala de control del reactor de la central, una serie de impresoras que recibían la información de un procesador central (Honeywell 45000), encargado de recopilar datos desde diversos puntos de la planta (los operadores utilizan esta información para la realización de su trabajo), y sustituirlas por un programa emulador que permitirá, además del evidente ahorro de

papel y de la liberación del espacio que ocupaban, una forma más adecuada de almacenar y gestionar la información generada por el Honeywell 45000 y la reducción de los costes de almacenamiento.

En un paso previo se sustituyeron las impresoras por la aplicación *hyperterminal* de Windows. Con posterioridad se creó una aplicación a medida para poder recoger y gestionar toda esta información de una manera más segura, robusta y fiable que el *hyperteminal*. La aplicación mantiene todos los servicios prestados por el *hyperterminal* en cuanto a la gestión de las comunicaciones de los puertos serie que reciben los datos, recogiendo, tratando y presentando la información. Además:

- Automatiza el almacenamiento de los datos.
- Asigna nombres a los ficheros de datos automáticamente.
- Permite consultar la información sin necesidad de utilizar otro tipo de programas.
- Permite al usuario interactuar con el Honeywell 45000, enviando comando tecleados por el usuario al Honeywell, y mostrando las respuestas devueltas.

### 4.4. Vicasa Burgos

VICASA es una empresa que se dedica a la fabricación de recipientes de vidrio. El proyecto titulado “Gestión del Proceso de Fabricación en VICASA Burgos” [11] intenta satisfacer las necesidades de VICASA Burgos en lo que concierne a la mejora de la gestión del proceso de fabricación.

Antes de la realización de este proyecto, los trabajadores debían rellenar diariamente en papel un *Parte de Marcha Máquinas*. Estas partes recogían la información de las fabricaciones que tienen lugar en las máquinas, las averías y cambios de moldes que se producen en cada una de ellas y los puestos de trabajo que ocupa cada trabajador de la plantilla y las personas ausentes en el turno.

Cada cierto periodo de tiempo estas partes eran revisadas por otros trabajadores de la empresa para obtener información, lo que conllevaba un desplazamiento al lugar donde se encontraban almacenados y un largo tiempo de búsqueda de información.

Como solución, se desarrollo una aplicación que mecanizara todo el proceso y que al final incluyó otros relacionados con la fabricación:

- El cambio de fabricación de una línea o máquina determinada, que requería el acceso a los documentos donde se especificaban las características de los modelos que fabricados.
- El seguimiento de la reposición preventiva de cada línea.

## 5. Conclusiones

Como conclusión, comentar que este tipo de proyectos es triplemente enriquecedor. De parte del alumno, con la realización de proyectos en colaboración con la empresa, tiene la oportunidad de entrar en contacto con el entorno laboral y de desarrollar una aplicación que sabe va a solucionar un problema real, con lo que su motivación es muy grande. Por parte de la empresa, ésta tiene la ocasión de evaluar la adecuación de la formación de los alumnos de la titulación para resolver los problemas que tiene. En tercer lugar, permite poner al tutor en contacto con las problemáticas que existen en las empresas de su entorno. Problemas que muchas veces son sorprendentemente fácilmente abordables a través de un proyecto fin de carrera.

Por último, resumir nuestra experiencia en la siguiente afirmación: “en toda empresa del entorno existen problemas de una complejidad adecuada para ser resueltos como proyectos fin de carrera”. Lo único que hay conseguir es el necesario equilibrio entre los intereses académicos y los de la empresa.

## Referencias

[1] Arnaiz Bustillo, Raquel y Fernández Gutiérrez, Ana María. *SIMCO: Simulador de pórticos*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre del 2000.

[2] Cobos Pomares, Rubén. *Información Internacional del grupo Campofrio*. EPS de la

Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre de 1999.

[3] Díez Cremer, Alberto. *Emulación de las impresoras Honeywel 45000*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), junio del 2000.

[4] EPS. *Memorias de colaboración Universidad-Empresa 1997/1998, 1998/1999 y 1999/2000*. Universidad de Burgos (informes internos), 1998-2000.

[5] García Yágüez, Rodrigo y Sánchez Palacios, David. *Gestión de Fichas de Alumnos de un Área Universitaria vía Internet*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre del 2000.

[6] Izquierdo González, Laura. *Desarrollo de componentes aplicados a la mejora y ampliación de la web municipal*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre del 2000.

[7] de Luis de Miguel, Álvaro. *Gestión del inventario de los laboratorios de química para la Universidad de Burgos*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), junio del 2000.

[8] Portugal Alonso, Javier. *Consultoría y puesta en marcha de un workflow en el departamento de mantenimiento de una empresa química*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre de 1999.

[9] Pajares Rojo, Amelia. *Informatización del colegio de Ingenieros Industriales de Burgos*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre del 2000.

[10] Ronda Díez, José Alberto. *Soluciones para la red local de Nicolás Correa S.A.* EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), febrero del 2000.

[11] Serna García, Raquel. *Gestión del proceso de fabricación en Vicasa Burgos*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre del 2000.

[12] Suárez Villasante, David. *Desarrollo de Herramientas para el trabajo en grupo en proyectos de docencia y soporte para redes temáticas de investigación*. EPS de la Universidad de Burgos (proyecto fin de carrera), septiembre del 2000.