

# Una aproximación de la asignatura de Proyectos de Software orientada al proyecto. Experiencia y resultados

P.R. Muro-Medrano <sup>(1)</sup>, F.J. Zarazaga, J. Valiño, J.A. Bañares

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas  
Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza  
María de Luna 3, 50015 Zaragoza

<sup>(1)</sup> {prmuro@posta.unizar.es}

*Cuartas Jornadas de Informática,  
celebradas en Las Palmas de Gran Canaria, España. 13 – 17 de Julio de 1997*

## Resumen

*En este trabajo se presenta nuestra reciente experiencia docente en la impartición de la asignatura de Proyectos de software orientada a la realización de un proyecto en grupo. La asignatura está planteada desde una perspectiva práctica en la que el trabajo del alumno se centra en el desarrollo de un proyecto completo de software. En el proyecto prevalecen aspectos de proceso, gestión y documentación y estándares sobre aspectos más técnicos del desarrollo como técnicas de análisis, diseño y aspectos de programación. El presente trabajo finaliza con comentarios acerca de la experiencia y los resultados obtenidos.*

## 1. Contexto de la asignatura

El presente trabajo se centra en la presentación de la experiencia docente adquirida en la impartición de la asignatura de Proyectos. Esta es una asignatura troncal del plan de estudios de Ingeniería Informática, que se imparte en el Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza.

La mencionada asignatura tiene una carga lectiva de 6 créditos totales de los cuales 3 son teóricos y otros 3 prácticos. Se encuentra situada en el octavo cuatrimestre de los estudios de Ingeniería Informática, constituyendo la última asignatura de las tres en que está dividida la materia troncal de Ingeniería del Software. Las otras dos asignaturas, con un total de 12 créditos (7,5 teóricos y 4,5 prácticos), son impartidas en el sexto (Ingeniería del software 1 con 3 + 1,5 créditos) y séptimo cuatrimestres (Ingeniería del software 2 con 4,5 + 3 créditos).

## 2. Objetivos del curso

En las anteriores asignaturas del bloque temático de Ingeniería del Software el alumno ha recibido formación sobre una panorámica de las distintas fases del ciclo de vida del software y acerca de los problemas, métodos y herramientas que pueden ser utilizadas en cada fase (como análisis de requisitos, diseño, producción, tests y mantenimiento). El planteamiento de esta asignatura es completar la formación del alumno en los aspectos técnicos y profesionales

de la ingeniería del software y adquirir experiencia práctica en el desarrollo en equipo de proyectos de software. Dentro de este contexto general nos planteamos de forma más particular el trabajo en los siguientes aspectos:

- Estudio de problemas, métodos y herramientas relacionado con las actividades de gestión que se prolongan a lo largo de todo el ciclo de vida del software: gestión del proyecto, gestión de configuraciones y aseguramiento de calidad.
- Conocer el papel y uso de los estándares de software.
- Adquirir experiencia práctica en el desarrollo completo de proyectos de software donde se cubran todas las actividades de desarrollo y gestión y se contemple un producto de software, no sólo en su componente de código, sino conjuntamente con toda la documentación de producto asociada.
- Sensibilizar al alumno en la necesidad (que surge en muchas ocasiones) del trabajo en equipo y toda la problemática que esto lleva consigo. Para ello el alumno deberá enfrentarse a los problemas de organización y comunicación de información técnica y organizativa entre los miembros del equipo. Aspectos como definición de papeles de trabajo, responsabilidad en la realización de sus tareas y comprender el problema de dirección de un equipo en toda su extensión, son también elementos importantes que tratarán de cubrirse en esta asignatura desde una perspectiva fundamentalmente práctica.
- Hacer que el alumno tenga que elegir y poner en práctica el uso de técnicas aprendidas en asignaturas anteriores (y no sólo de ingeniería del software) para resolver o documentar distintos aspectos de un proyecto de software.

### **3. Métodos de enseñanza utilizados**

Hay algo de lo que estamos absolutamente convencidos y es que se aprende con la experiencia. Esto es especialmente importante en una asignatura en la que los aspectos más teóricos como métodos, herramientas, formas de documentos, estándares, etc. tienen un carácter muy empírico y su explicación o análisis resulta frecuentemente aburrido. En este sentido creemos que no resulta rentable pedagógicamente que el alumno se aprenda de memoria gran cantidad de información, que por otra parte suele cambiar periódicamente (normalmente los estándares tienen una vigencia de 5 años), si no que sepan hacer uso práctico de estas informaciones apoyándose en la documentación y bibliografía necesarias.

El enfoque pedagógico adoptado se fundamenta en dos pilares: Sesiones teórico-prácticas y trabajo de asignatura. En el primer pilar se tiene un grupo de sesiones teórico-prácticas de trabajo conjunto de todos los alumnos en las que la iniciativa del profesor que trata de involucrar a toda la clase. Este grupo de sesiones se dividen en tres tipos:

- Una serie de clases teóricas, soportadas por transparencias, en las que se estudian los problemas, métodos y herramientas. En estas clases se usan los estándares (básicamente de la ESA y el IEEE) como guía para el desarrollo de los temas. En estas clases el alumno tiene un papel más pasivo.
- Una serie de clases teórico/prácticas en las que se discute aspectos referentes al contexto en el que se debe englobar el proyecto que deben realizar, así como cuestiones sobre su desarrollo. Aquí se intenta que el alumno participe activamente planteando problemáticas y mostrando sus soluciones a las planteadas por otros compañeros.

Unas prácticas en las que se usan herramientas o calculan medidas del sistema. Este aspecto práctico tiene incuestionable utilidad docente. Sin embargo debido a problemas de tiempo, de disponibilidad de herramientas y de no disponer de material preparado, estas prácticas no

cubren todo el espectro posible del curso. (Esta es una de las partes que nos interesaría ampliar).

El trabajo de asignatura consiste en desarrollar completamente un sistema de software en equipos de 4 a 6 personas en las que uno de los alumnos tiene el papel de director del proyecto. Este proyecto representa la carga más importante de trabajo para el alumno y constituye la base para su evaluación. El proyecto es de reducido tamaño y no tiene problemas técnicos, pero está obligado a seguir un proceso de desarrollo de razonable calidad. En este proyecto es donde adquiere experiencia sobre responsabilidades, colaboración, elaboración de documentos, conocimiento del proceso y gestión.

Como se ha mencionado anteriormente, se pretende que el proyecto a desarrollar por el alumno no tenga una excesiva complejidad técnica. No obstante, se intenta elegir proyectos cuyo desarrollo pueda resultar atrayente para el alumno. En esta línea se han elegido trabajos cuyo contexto de aplicación se encuentre dentro de la asignatura y que, además, necesiten de la utilización de técnicas aprendidas en asignaturas no pertenecientes a la misma materia troncal (comunicaciones, bases de datos, ...).

Los trabajos desarrollados estos dos años han sido los siguientes:

- SARR: Sistema de Acceso Remoto a Rcs. Partiendo de la herramienta de control de versiones suministrada habitualmente con Unix, RCS, se debe construir un cliente, corriendo en Windows, equipado con un interfaz de usuario amigable y capaz de trabajar contra un servidor RCS, a desarrollar en la máquina Unix, que oferte las funcionalidades más típicas de dicha herramienta.
- SIMEP: Sistema de Información MEDidas en Proyectos de software. El objetivo de este proyecto es la elaboración de una aplicación capaz de almacenar informaciones históricas de métricas de proyectos software ya concluidos (número de entradas y salidas, número de líneas de código, duraciones, costes económicos, esfuerzos, etc.) para ser utilizadas en la estimación de costes de proyectos nuevos.

En ambos casos, uno de los mayores problemas que han tenido los alumnos ha sido la ubicación del contexto en el que era necesario la aplicación de las herramientas que estaban desarrollando. En este sentido, cabe reafirmar la utilidad del trabajo realizado ya que les ha obligado a profundizar en aspectos puntuales de la asignatura para poder centrar el contexto del mismo.

Abordar un proyecto software en todas sus facetas no es una tarea fácil y se ve incrementada su complejidad por la falta de experiencia en el tema de todos los componentes de los grupos de trabajo. Por esto se ha procurado articular toda una serie de mecanismos de apoyo con el objetivo de permitir la clarificación de ideas, así como la propia realimentación de los grupos a partir de su propio trabajo.

Por una parte se han establecido una serie de auditorías del proceso y del producto. Los equipos de desarrollo han de pasar dos auditorías de su trabajo una hacia la mitad de la asignatura, que cubre hasta el diseño de alto nivel y el proceso seguido, y otra al final de la asignatura con el sistema y proceso completados. De la auditoría primera se produce un informe de auditoría que permite a los equipos de proyecto hacer una realimentación con comentarios procedentes de personal externo a su proyecto.

Además se han establecido unos mecanismos de asesoría del proceso de desarrollo:

- Los equipos disponen de un sistema de comunicación ágil para preguntar cuestiones relacionadas con aspectos técnicos, de desarrollo o de gestión. En este sentido se ha

potenciado la utilización del correo electrónico como herramienta de comunicación entre profesores y alumnos ya que permite una accesibilidad más inmediata del profesor fuera de los horarios de tutoría, así como una mayor difusión de la información, al ser enviadas las contestaciones a las dudas a todos los grupos de trabajo (se está trabajando en la línea de conseguir el uso de una lista de correo electrónico con este fin, además de estudiar las posibilidades que ofrecería el uso de las *news*).

- Se facilita el acceso a la consulta de bibliografía, documentación de estándares y ejemplos de documentos de otros proyectos.
- Se provee a los equipos de guías y plantillas para realizar sus propios documentos y planes de gestión. Con objeto de mejorar este servicio, el curso pasado se trabajó con un grupo de alumnos para que elaborasen toda una serie de guías y plantillas para ser utilizadas como referencias válidas por el resto de sus compañeros. El trabajo de dicho grupo estaba continuamente supervisado por uno de los profesores. Pese a la dedicación puesta por este profesor, los resultados se alejaron bastante de los esperados. Los alumnos no lograban sentirse motivados por la necesidad del trabajo que estaban realizando y, en muchos casos, éste acabó plasmándose en meras traducciones literales de elementos de la bibliografía.

Una de los mayores problemas encontrados hasta ahora en la preparación de la asignatura es la falta de material existente sobre instancias concretas del proceso de gestión de proyectos en organizaciones concretas<sup>1</sup>, esto es, el modo en como una organización aplica las teorías a su funcionamiento habitual. Esto se considera de gran utilidad ya que permite al alumno ver como se ponen en prácticas las ideas recogidas en la bibliografía. Con el fin de paliar este déficit, se ha puesto en práctica este año la experiencia de desarrollar, entre un grupo de alumnos y los profesores, el proceso de gestión de proyectos para un grupo de investigación del departamento. Dicho proceso será adoptado por el grupo, y permitirá poder mostrar a los alumnos el funcionamiento de una organización realmente operativa.

#### 4. Resultados

El método de enseñanza mostrado anteriormente se ha aplicado durante los dos últimos cursos. Los resultados obtenidos hasta ahora se consideran satisfactorios ya que se cumplen los objetivos y, sobre todo, los alumnos tienen la sensación de que la asignatura les ha resultado útil (al final del curso se realiza una entrevista a cada uno de los directores de proyecto y éstos han corroborado este hecho). No obstante, como fruto del estudio de los trabajos realizados, se han detectado una serie de puntos en los que se debe trabajar para mejorar las enseñanzas. Algún ejemplo de estos puntos podrían ser los siguientes:

- No asunción de los riesgos derivados de las decisiones adoptadas. Se procura no restringir demasiado el campo de actuación de los alumnos. Para ello, se les permite tomar un gran número de decisiones, sobre todo técnicas, en aspectos referentes al trabajo a realizar. Así, por ejemplo, se les permite decidir el lenguaje de programación a utilizar. En este caso concreto, son muchos los grupos que han optado por trabajar con un lenguaje que desconocían (por ejemplo: C++) sin tener en cuenta el riesgo que esto les suponía ya que necesitarían un periodo de aprendizaje del mismo. Como resultado, estos grupo han obtenido, por norma general, grandes desfases en los esfuerzos de implementación previstos. Aquí se pretende hacer énfasis en el tema de riesgos, exponiéndoles los mismos y mostrando las experiencias de sus compañeros de cursos previos.

---

<sup>1</sup> El modo de funcionamiento de una organización supone uno de sus más ocultos secretos ya que es el reflejo de su experiencia y el secreto de su éxito.

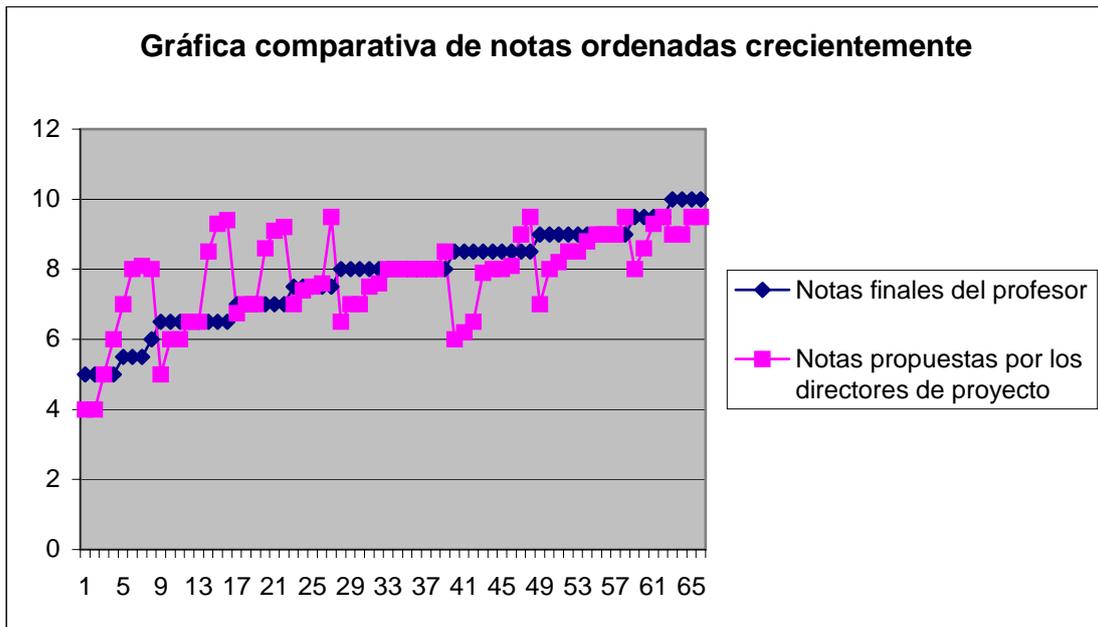
- Falta de sensibilización con la necesidad de elaborar documentos vinculados al proyecto, así como generación de excesiva documentación (documentar por documentar). En esta línea se encuentran los dos extremos: proyectos sin apenas documentación, y otros con un volumen de documentación propio de proyectos de complejidad varios ordenes de magnitud superior. Buscando paliar esto, se les facilita ejemplos de los mejores trabajos de otros cursos, y se les muestra alguno de los que se consideran no apropiados.
- Falta de profesionalidad a la hora de abordar el trabajo. Se ha pretendido dar un enfoque profesional al trabajo que deben realizar. Para ello se ha adoptado desde el principio un punto de vista de cliente por parte de los profesores, dejándoles a ellos la labor de empresa. No obstante, este enfoque parece que no ha sido bien asimilado por parte del alumnado que sigue pensando más en el trabajo como en unas prácticas, o como un castigo. En este punto se está haciendo especial énfasis en el aspecto profesional de la labor que están realizando, buscando una mejor motivación.

En esta línea de intentar la mejora de la docencia, se ha solicitado a los alumnos, mediante una entrevista con los directores de grupo, que realizasen una crítica de la asignatura. Prácticamente todos coincidieron en los siguientes puntos:

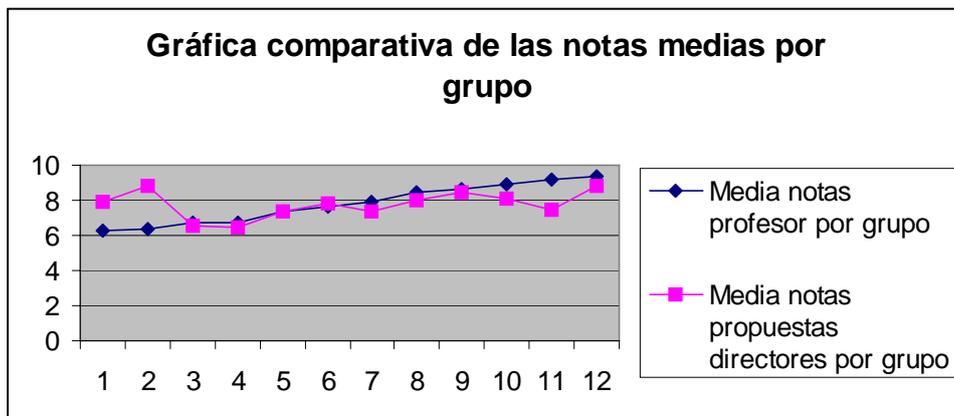
- Carga de trabajo desproporcionada con respecto a la asignación de créditos de la asignatura. El trabajo se estima que debe consumir unas 90 horas/hombre y hay que tener en cuenta que el alumno no debe preparar un examen. Algunos grupos llegaron a contabilizar más de 180 horas/hombre. En nuestra defensa cabría argumentar que, en casi todos los casos, esta sobrecarga de trabajo fue fruto de una mala planificación de las tareas a realizar por los miembros del grupo, así como de una deficiente estimación de riesgos.
- Falta de referentes válidos que pudiesen ser tomados como ejemplos. Aquí se está trabajando con vistas a poder ir suministrando a los alumnos los mejores trabajos de los cursos anteriores, así como buscar otros referentes procedentes de otras universidades.
- Clases teóricas poco dinámicas. Este último curso se ha tratado de poner solución a este tema planteando en las clases discusiones sobre el trabajo que se estaba realizando por cada uno de los grupos, intentando que aquellos que tuviesen algún problema lo planteasen, y buscar la solución de forma corporativa entre todos.

Uno de los puntos en los que se quería hacer mención es la evaluación de los alumnos. Para proceder a evaluar el trabajo realizado por los alumnos, se realiza una evaluación global del trabajo que es tomada como referencia para calcular la nota de cada uno de los miembros del grupo. Partiendo de esta nota, y con ayuda de la distribución de tareas que se pone de manifiesto en la documentación del proyecto y de la entrevista con el director, se estima la nota de cada uno de los miembros del grupo. Resulta destacable que, tal y como se muestra en la siguiente gráfica, los alumnos sean mucho más duros evaluándose entre ellos de lo que lo es el profesor. La excepción a esta regla viene dada por aquellos grupos cuyos promedios son inferiores. En estos casos realizan sobrevaloraciones de su trabajo.

La gráfica siguiente representa las notas con las que los directores de grupo se valoraron a sí mismo y a sus compañeros, y las notas que finalmente obtuvieron.



La siguiente figura muestra las medias de las notas de los miembros de los diferentes grupos según sea dicha nota la propuesta por el director del grupo, o la nota que finalmente obtuvieron.



## 5. Referencias

A continuación ponemos la bibliografía que hemos utilizado más extensamente para preparar la asignatura:

Textos básicos:

[MFMP94] C.Mazza, J.Fairclough, B.Melton, D. dePablo, A.Scheffer, R.Stevens. *Software Engineering Guides*, Prentice Hall. 1994.

Textos no básicos:

[HUMP95] W.S. Humphrey. *A Discipline for Software Engineering*. SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley. 1995. Caps. 4 y 5

[HUMP90] W.S. Humphrey. *Managing the Software Process*. SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley. 1990. Cap. 7.

[PRES93] R.S. Pressman. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. 3ª ed.. MacGraw Hill. 1993. Cap. 2.

[MFMP94b] C.Mazza, J.Fairclough, B.Melton, D. dePablo, A.Scheffer, R.Stevens. *Software Engineering Standards*. Prentice Hall. 1994.

Bibliografía de interés que sirvió para el planteamiento general del curso:

[BBJS92] B. Bruegge, J. Blythe, J. Jacksin, J. Shufelt. *ObjectOriented System Modeling with OMT*. Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages and Applications (OOPSLA'92), Vancouver, ACM Press, pp. 359-376, October 1992.

[BRUE94] B. Bruegge. *From Toy System to Real System Development: Improvements in Software Engineering Education*. Workshop of the German Chapter of the ACM, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, pp. 62-72, February 1994.