

Hacia una metodología para el desarrollo de trabajos y Proyectos Fin de Carrera en Ingeniería Informática

Antonio Polo Márquez, Jorge Martínez Gil, Luis J. Arévalo Rosado¹

Dpto. de Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos

Universidad de Extremadura

Avda. de la Universidad s/n, 10071 Cáceres

{polo, jmargil, ljarevalo}@unex.es

Resumen

En este trabajo se proporcionan las claves para el diseño de una metodología docente de trabajos y Proyectos Fin de Carrera en Ingeniería Informática. La metodología resultante se adapta a la complejidad del problema y propugna técnicas de trabajo en equipo. Se enfoca tanto desde la perspectiva del alumno, resaltando las normas que debe conocer y aplicar para obtener un resultado efectivo, como desde el punto de vista del profesor, que debe gestionar un número considerable de proyectos. Se destacan aquellos aspectos más relevantes para la evaluación del trabajo, distinguiéndose entre la evaluación del desarrollo del proyecto y la del producto que se genera. Finalmente se exponen las conclusiones de su aplicación en el desarrollado en algunos PFC y en trabajos de asignaturas de 4º y 5º de Ingeniería Informática en la Escuela Politécnica de Cáceres.

1. Introducción

Una de las tareas principales de aprendizaje en Ingeniería Informática es el desarrollo de trabajos y del Proyecto Fin de Carrera (PFC). En la mayoría de los Centros se dispone de *Guías de Proyecto Fin de Carrera*, pero suelen restringirse a normas de presentación de tipo administrativo. Por ello nos parece imprescindible disponer de una metodología que sirva de guía al alumno y que, a su vez, facilite al profesor el proceso de evaluación de estas actividades.

Dicha metodología debería ser acordada y aceptada por todos los profesores de la titulación que desarrollen soluciones informáticas, con las adaptaciones necesarias para las particularidades

de cada asignatura. De esta forma, deberá contener los principios básicos de Ingeniería de Software, pero dispuestos con la mayor flexibilidad para aplicarlos al desarrollo de problemas independientemente de su grado de complejidad. Con ello queremos abarcar un amplio dominio de problemas, desde un PFC hasta un ejercicio a desarrollar en una clase de problemas y en los que se fomenta el hábito de trabajo en equipo. Para lograrlo hemos distinguido tres niveles de complejidad de trabajos:

1. PFC, con una duración aproximada de un curso académico y desarrollado por un grupo de 3 a 4 personas. Sería deseable que se siguiera el ciclo de vida de desarrollo de sistemas de manera completa.
2. Trabajo o práctica para una asignatura de tipo cuatrimestral, a realizar por un equipo de 2 a 3 personas, y donde algunas de las etapas del ciclo de desarrollo pueden ser simplificadas con las indicaciones del profesor.
3. Problema o ejercicio propuesto en clase, y cuyo período estimado para su realización puede ser desde un día hasta varias semanas, siendo resueltos por 1 ó 2 personas.

En la metodología que se plantea distinguiremos dos tipos de usuarios, con necesidades y objetivos diferentes, como son el profesor y el alumno.

Desde el punto de vista de un alumno, el punto clave es saber ubicar el problema y hacer una estimación acertada de los recursos, en términos de tiempo y esfuerzo que necesitará para resolverlo. Por tanto, si el alumno conoce su tiempo de dedicación, deberá identificar, con la ayuda de su profesor/tutor, cada una de las etapas que debe completar y decidir la distribución en

¹ Este trabajo ha sido financiado por el MEC a través del proyecto "Perspectivas de ICARO": TIN2005-09098-C05-05 y TIN2005-25882-E.

términos de esfuerzo para dar solución al problema que se le está planteando. En concreto, el estudio de viabilidad debe adecuarse a estas restricciones de tiempo y esfuerzo más que a recursos económicos.

Desde el punto de vista del profesor, el problema inicial consiste en seleccionar los temas de trabajo y determinar la forma en que va a realizar el seguimiento de todos ellos. Quizás tenga que dirigir a la vez muchos proyectos, para los que se desea una temática y evaluación de carácter individual. Se necesitan ideas para especializar cada asignación y mecanismos para facilitar la gestión de todos los proyectos. Además, los proyectos deben ser prácticos, es decir, además de ilustrar una parte teórica debe obtenerse un producto final. El alumno debe disponer de ejemplos de productos que proporcionará el profesor y que servirán de modelos en el proceso de evaluación.

En este artículo se exponen los aspectos más destacados para definir esta metodología. En la siguiente Sección se reflexiona sobre una serie de consideraciones preliminares, basadas en la idea de aceptar un contrato profesor/alumno que fije las normas de desarrollo y evaluación del trabajo. En la Sección 3 se destacan las pautas metodológicas para definir dicho contrato, destacando qué debe contener. La Sección 4 propone un modelo de seguimiento y evaluación del trabajo y, finalmente, la Sección 5 expone las conclusiones y trabajos futuros.

2. Preliminares

Existen numerosas propuestas de *Aprendizaje Basado en Problemas* y profesores que propugnan dicha técnica de enseñanza [1],[2],[3], en cuyas ideas nos hemos basado para este artículo. En [4] nos planteamos proporcionar una guía para facilitar a los alumnos de la carrera de Ingeniería Informática la realización de su PFC. Las reflexiones que ahora presentamos no son sino una revisión y extensión de aquella propuesta, junto a la experiencia acumulada durante todos estos años en algunos PFC y asignaturas de 4º y 5º de II en la Escuela Politécnica de Cáceres.

Antes de empezar a tratar nuestra propuesta creemos conveniente hacer unas consideraciones preliminares:

- *Globalización*. El trabajo que se proponga siempre debe estar dentro de un dominio más amplio que el del problema a resolver por cada grupo. Los productos que se desarrollen deben contribuir a la realización de un producto global.
- *Modularización*. Debe existir cierta relación de unos problemas con otros. Es preferible que se solapen, es decir, que haya cierto grado de afinidad entre los grupos. Esto permite describir el problema global y establecer un plano de subproblemas de menor grado de complejidad que agrupa de forma equilibrada problemas relacionados en bloques. Aunque se pueda complicar el proceso de evaluación, se introducirán situaciones más adecuadas al mundo real.
- *Especialización*. En cada trabajo se deben definir determinadas áreas de especialización que se asignarán a los componentes del grupo. Esto permitirá una evaluación individualizada sobre las tareas y temas asignados a cada alumno en el trabajo y que deberá reflejarse en su calificación final.
- *Concreción*. En cada tema de trabajo se debería tener un producto final, que deje sentadas las bases para que un siguiente grupo pueda desarrollar una nueva versión operativa de dicho producto. Tareas como aplicar mejoras, ampliaciones, mantenimiento, etc. a este producto, estarán más cercanas al mundo laboral; puesto que la gran mayoría de los sistemas informáticos no empiezan desde cero, sino que se asientan sobre otros ya consolidados.
- *Noción de contrato*. En las primeras reuniones, en especial durante el proceso de especificación del producto, debe quedar claro qué espera el profesor del alumno y que el alumno conozca claramente qué es lo que el profesor le va a evaluar y cómo se va a realizar ese proceso de evaluación. En esta noción de contrato debería simularse la forma de uso del producto generado. Nosotros proponemos en nuestras experiencias que se desarrolle bajo licencia Creative Common 2.5 con libertad de uso y modificación [6], y restricciones de uso no comercial, obligación de referencia de autores y mantenimiento del tipo de licencia de cualquier producto derivado.

- *Ejercicio preliminar fuertemente guiado.* En la línea de proporcionar modelos o ejemplos, sería interesante realizar previamente al trabajo un ejercicio muy guiado, con la especificación concreta de lo que deberá realizar en el trabajo que se le asigne finalmente.
- *Dirección de grupos.* Deben articularse los mecanismos de trabajo en grupo. El profesor decidirá cómo se forman los grupos y cómo se asignan los trabajos buscando un equilibrio entre las afinidades de los componentes del grupo y el nivel de base de cada uno de ellos. Esto puede originar productos finales de diferente calidad que origina problemas de valoración final ante el alumno, en especial si el profesor valora fuertemente la adquisición de habilidades de aplicación de metodologías de desarrollo antes que el producto final que se obtenga.

3. Pautas metodológicas

En esta sección vamos a desarrollar nuestra propuesta de contenidos que deben acordarse en la elaboración del contrato profesor/alumno y que indican las pautas metodológicas para abordar la resolución de problemas en Ingeniería Informática. El objetivo es elaborar el esquema de la guía que se proporciona al alumno indicando las actividades que debe realizar y el conjunto de recursos que deben acompañar a dicha guía. En la próxima sección se indica la forma de seguimiento y evaluación de estas actividades.

3.1. Planteamiento del problema

El planteamiento del problema es la etapa inicial de cualquier proyecto de desarrollo software. En nuestro caso, creemos que se debería considerar como una negociación entre alumnos y profesor, y en el que se debería obtener un documento de trabajo que debería servir a modo de contrato para todas las etapas posteriores del proyecto. El documento de definición del problema ha de ser inamovible, recordemos que el problema no suele estar sujeto a cambios, aunque sí las aproximaciones para resolverlo. No obstante, para compensar que, tal vez la resolución completa del problema inicial pudiera ser no abordable, será obligatorio fijar unos requisitos básicos, medios y avanzados.

3.2. Objetivos. ¿Qué se quiere?

La primera respuesta que se nos puede ocurrir al evaluar esta pregunta puede ser: *resolver un problema*, pues es esa la misión fundamental de toda tarea de Ingeniería. Sin embargo, si consideramos que el ámbito donde se nos plantea tal cuestión es el educativo, entendemos que la respuesta más apropiada sería la de *aprender a resolver un problema*. La diferencia entre ambas respuestas es sutil, mientras que la primera *exige* que el problema sea resuelto, la segunda *recomienda* adquirir *buenos hábitos* que en un futuro permitan resolver problemas de la manera más adecuada. No creemos razonable exigir, aunque sí valorar, como posteriormente veremos, el hecho de que un alumno salga airoso de su primer acercamiento a un problema de complejidad media-alta.

Una vez que tenemos claro que el objetivo es el aprendizaje, y que éste se basa en la adquisición de un conjunto de buenos hábitos o destrezas, cabe preguntarse por estos últimos. Nuestra propuesta los divide en cinco grandes categorías representadas en la Tabla 1.

Destreza	Modo de conseguirlo
Metodología de desarrollo	Trabajo en equipo
Recolección de información	Portafolio con Entrevistas y Búsquedas cualitativas
Desarrollo del producto	Proceso de ingeniería
Elaboración de informes	Documentación
Exposición en público	Presentación

Tabla 1. Destrezas y modo de conseguirlas

3.3. Resultados. ¿Qué se pide?

Creemos que los resultados tangibles de un PFC deben ser fundamentalmente tres:

1. **Documentación.** En la que podemos distinguir tres componentes: Un **resumen**, un **texto** y una **presentación**. El resumen sería deseable que fuera presentado en castellano e inglés, para facilitar su inserción en catálogos públicos. En todos los casos deberá fijarse el formato. Y para la presentación se pueden

probar diferentes estrategias, pudiendo considerarse que la realice sólo uno de los miembros del grupo o que debe estar preparada en tantos bloques como componentes del grupo y se sortea la asignación de los bloques que deba presentar cada uno. Esto responsabiliza a los miembros del grupo y asegura un conocimiento global del trabajo para todos sus miembros.

2. **Producto.** El sistema final que trata de resolver el problema que se planteó inicialmente, y que debe cumplir unos requisitos mínimos en cuanto a calidad, funcionalidad y usabilidad. Los métodos para medir estos factores los detallaremos en una sección posterior.
3. **Evaluación de la actividad.** Creemos que el proceso formativo debe estar sujeto a revisión crítica por las partes que lo componen. En este sentido, creemos conveniente la elaboración de un informe en el que se detalle de manera exhaustiva las conclusiones que se puedan derivar del desarrollo del proyecto, así como la distinción entre las decisiones que supusieron un acierto, en contraste con aquellas que no deberían volver a repetirse en proyectos futuros. Debe realizarse una evaluación tanto del trabajo particular asignado a cada grupo, como la del resto de trabajos presentados y de la labor desarrollada por el profesor en la puesta en marcha de todo el proyecto.

3.4. Medios. ¿Qué se da?

Entre los materiales que se debería entregar al alumno creemos conveniente destacar:

- **Fuentes de información.** Destacando trabajos o PFCs de cursos anteriores que servirán como modelo o como punto de partida para su ampliación. Se incluirán las presentaciones de los trabajos, las calificaciones obtenidas y, si es posible, el producto final en producción (instalado o listo para descargarse desde un servidor).
- **Metodología de trabajo.** El presente documento puede servir como base para que un grupo de alumnos y su tutor lleguen a un

acuerdo para la realización de un trabajo. En esta metodología vamos a distinguir:

Especificación del sistema:

Detección de problemas

Propuesta de soluciones

Selección de soluciones

Selección de nuevas tecnologías

Desarrollo del sistema

Puesta en marcha y evaluación

- **Modelos de trabajo.** Para poder llevar a cabo el proyecto y facilitar el seguimiento y valoración final del mismo se proporcionan “modelos” para realizar las siguientes tareas:
 - Normativas de realización del trabajo, que incluye claramente, qué se quiere, qué se pide, qué se valora y cómo se valora; así como las normativas de preparación de las reuniones de seguimiento.
 - Modelos de documentación
 - Modelos de programación
 - Modelo de evaluación de calidad del producto, de evaluación del proyecto, de los demás proyectos y de la asignatura.

Debe quedar claro que el profesor valorará el proceso de evaluación que realiza el alumno y no el resultado de la evaluación en sí misma, siendo ambos conceptos independientes entre sí. De esa forma, es posible que el producto final sea maravilloso, pero la evaluación del mismo no se haya realizado correctamente y viceversa.

3.5. Evaluación. ¿Qué se valora?

Se valoran estos elementos:

- Reuniones de seguimiento.
- Presentación.
- Producto.
- Informes de evaluación.

Las reuniones de seguimiento se detallan en la siguiente sección, mientras que el producto y los informes se comentan a continuación.

Producto. En cuanto a la evaluación del producto cabe destacar cuatro aspectos fundamentales:

- a) *Documentación:* La documentación debe ser clara, estructurada y completa. Debe contener la definición del problema, el análisis y diseño de la solución, una

sección de bibliografía que incluya las referencias que aparecen en el texto y, finalmente, la recopilación del material utilizado en el Portafolio.

- b) *Producto de Desarrollo*: Debe incluir un manual de desarrollo, todos los ficheros fuente y todas las herramientas empleadas. Deben estar claras las versiones de los compiladores empleados, y sería deseable ofrecer un fichero de tipo makefile que automatice la compilación. Por último, deberían incluirse baterías de test para el sistema.
- c) *Producto de Distribución*: La distribución debería incluir el fichero ejecutable, un manual de instalación y uso, además de ejemplos.

Informes de evaluación. Contendrá cuatro niveles de evaluación: evaluación del proyecto indicando cómo se ha desarrollado, evaluación del producto obtenido, evaluación del resto de trabajos y evaluación de la asignatura.

Evaluación del proyecto

La evaluación del proyecto analiza la planificación inicial con los autoregistros de seguimiento para obtener las desviaciones, y además deberá exponer conclusiones sobre estos datos. Para ello es esencial que en cada grupo, tanto de forma individual como colectiva, se mantenga un diario del proyecto. El diario del proyecto debería contener un diagrama con cada tarea y el coste (tiempo y esfuerzo) empleado para completarla. La evaluación estará basada en una comparación detallada entre el coste que se estimó y el que finalmente fue necesario. Hemos encontrado de gran utilidad el uso de sencillas hojas de cálculo para realizar las asignaciones de recursos previstas y reales de cada proyecto, y posteriormente “unificar” todas estas hojas de cálculo para obtener estudios de comportamiento sobre todos los trabajos realizados. Esta labor suele ser compleja de realizar con las herramientas de control de proyectos especializadas.

Evaluación de la calidad del producto

Se trata de evaluar no sólo qué requisitos se han logrado sino también el grado de calidad

alcanzado. Si denominamos *servicio* a la facilidad funcional que nos proporciona la herramienta o programa desarrollado, deberemos evaluar los siguientes aspectos:

- **Comparación de beneficios del sistema nuevo con respeto al antiguo.** Para ello es necesario determinar si se ha mejorado la amigabilidad o usabilidad del sistema con tablas de comparación con sistemas similares, si se ofrece una API (Application Programmer Interface), que no es más que un protocolo para el intercambio de datos, basada en estándares simples y difundidos. Y por último, la confidencialidad y la seguridad de la funcionalidad ofrecida.
- **Prueba de los servicios.** No sólo interesa que los servicios de la herramienta funcionen con un ejemplo, sino que necesitan ser validados. Para ello es necesario un *entorno de pruebas* con un *generador de pruebas parametrizado* que permita generar y evaluar *baterías de pruebas*.
- **Plan de puesta en marcha.** Que comprende un estudio de las fases en las que el sistema ha de estar en desarrollo y en las que ha de estar en producción, es decir, operativo. Deberá basarse en un principio de *oferta incremental de servicios* que presenta una planificación temporal de oferta de servicios.

4. ¿Cómo se realiza el proceso de evaluación?

En el contrato que se establece en el inicio de la asignación del trabajo debe quedar claro qué tareas se van a valorar y la importancia de cada una con respecto al resto. Debemos destacar la importancia de exponer de forma explícita *todo* lo que esperamos del alumno, por trivial que nos parezca. Esto proporciona al alumno seguridad y al profesor garantías de que el alumno va a trabajar en los aspectos que él espera.

La Tabla 2 muestra un ejemplo de valoración del trabajo utilizada en una de nuestras asignaturas:

Valoración de tareas en el trabajo	
Actividad	Peso en %
Reuniones de control	30
Presentación	20
Producto	40
Documentación del producto	(25)
Evaluación de calidad del producto	(15)
Evaluación del proyecto	10
+/- Ajuste del trabajo individual	+/- 20
<i>Peso del trabajo en la asignatura</i>	<i>50</i>

Tabla 2. Ejemplo de asignación de pesos para la evaluación

4.1. Seguimiento

Para el seguimiento de los trabajos proponemos realizar al menos tres reuniones de control con el grupo. Estas reuniones deben estar planificadas y previamente a cada una de ellas se proporciona el material e instrucciones con especificación de los objetivos y actividades que se van a llevar a cabo. Para ello se proporciona una guía de entregas que detalla explícitamente el contenido de cada reunión. De esta forma, antes de celebrarse una de estas reuniones de control será necesario que cada grupo entregue a su tutor: el informe de estado del proyecto, el portafolio y el test de autoregistro (de acuerdo con la planificación realizada al principio del proyecto). Además, después de cada reunión deben quedar claras cuáles son las siguientes pautas a seguir. Veamos con más detalle cuáles son las reuniones mínimas que se proponen:

Reunión preliminar. En esta reunión, que puede hacerse por bloques de trabajo en los que intervienen varios grupos relacionados, se indica el problema global, una introducción al problema de cada grupo y las relaciones y dependencias que pueden existir entre los grupos. Además, se dan las indicaciones de cómo se realizan búsquedas y qué fuentes se deben consultar, como repositorios de trabajos de cursos anteriores o bibliotecas.

Además se proporcionan recomendaciones para el desarrollo del trabajo en equipo, abordándose cuestiones de asignación de funciones o de aspectos psicológicos en el plano de las relaciones personales y para el buen funcionamiento colaborativo del equipo, aportando indicaciones para la detección de problemas y sugerencias de cómo afrontarlas [5].

1ª Reunión de control. En la primera reunión de control se exige entregar el siguiente material:

- Definición del problema*, que incluya la descripción del sistema actual, además de la detección y análisis de problemas. Para ello se solicitan especificaciones abstractas mediante mapas conceptuales [7].
- Solución propuesta*, que incluya los requisitos básicos, medios y máximos, así como un borrador de la arquitectura del prototipo y de su API.
- Planificación*, con las horas individuales y en grupo de dedicación prevista al proyecto.
- Portafolio*, que debe incluir toda la información recopilada, es decir: un índice, trabajos de cursos anteriores, entrevistas con los usuarios, formularios de entrada/salida, sistemas similares, tablas comparativas y material de referencia o bibliografía.

Para elaborar este material se recomienda una serie de actividades secuenciales que permiten su elaboración, que se detallan a continuación.

Planificación preliminar del tiempo disponible para el trabajo a nivel individual y a nivel de grupo. Recalcándose que esto es independiente del tema que deba realizarse, y que podemos planificar las actividades que se conocen en este momento: reuniones de seguimiento, entregas, presentación y entrega del producto final.

La primera tarea que debe planificarse consiste en la *recopilación de información*. Debe especificarse cómo va a realizarse la búsqueda de información (individual o en grupo), dónde va a buscarse, qué temas va a buscar cada miembro del grupo,... Es necesario definir una estrategia de búsqueda de información, con aspectos como qué tipo de material necesito, la terminología del problema, palabras clave y expresiones de búsqueda, datos de la empresa o sistema de información que se está estudiando, entrevistas con usuarios y solicitud de fichas o formularios.

Se debe destacar la necesidad de determinar la lista de fuentes en las que se van a realizar las búsquedas. Sitios web especializados para nuestro

dominio de búsqueda, para ello se dan sugerencias: librerías digitales de organizaciones, editoriales especializadas, Google Scholar, servicios que ofrece la biblioteca de la Universidad, repositorios de trabajos de cursos anteriores,... poniendo de relieve que, en muchas ocasiones, las fuentes de mayor calidad no son abiertas o tienen acceso restringido. Estas sugerencias se completan con técnicas de búsqueda y recuperación de información (almacenamiento de consultas, notificaciones y suscripciones a buscadores,...).

Además, debe acordarse el formato de *Portafolio* en el que van a guardarse los resultados de estas búsquedas, que debe permitir la integración final de las búsquedas realizadas por los integrantes del equipo. Para ello se facilita una definición de la estructura que debe tener el Portafolio que consta de:

- Un fichero de referencias bibliográficas, que consta de un fichero BibTex gestionado mediante JabRef [8].
- Un directorio en el que se almacenan los recursos encontrados (ficheros, programas, enlaces, copias de páginas descargadas de la red,...)
- Un documento, denominado *interpretación del Portafolio*, que explica el contenido que se va guardando en el Portafolio, y los criterios que se han seguido para organizarlos y clasificarlos.

El siguiente paso es una *reunión de tormenta de ideas*, que permita exponer las conclusiones que cada alumno ha obtenido al revisar el material que ha recuperado en sus búsquedas. En este momento se intercambian ideas sobre problemas, crítica del sistema actual y posibles soluciones que permitan detectar las fortalezas y debilidades del sistema, plantear casos de uso y propuestas de posibles soluciones. Este proceso conducirá a una selección de problemas y posibles soluciones que conducen a la Especificación de Requisitos y a que vayamos definiendo determinadas áreas de desarrollo y especificaciones individuales.

Después de esta tormenta de ideas, tras la que ya sabemos los posibles problemas y soluciones que vamos a abordar, es el momento de revisar el borrador de planificación con los requisitos, tecnologías que se van a estudiar o utilizar, actividades de especialización, y de grupo. De esta

forma obtenemos un nuevo nivel de planificación ajustado a los requisitos, y ya estamos hablando de actividades y tareas concretas que se van a realizar para las próximas reuniones de seguimiento. Puede que el grupo ya esté en condiciones de buscar un acrónimo y logotipo para el trabajo... y dispuestos para presentar el material de la primera reunión.

2ª Reunión de control. A la segunda reunión de control, además de las correcciones que se pudieran derivar de la anterior reunión, se debería entregar el siguiente material de trabajo:

- a) *Informe de estado del proyecto*, que incluya un prototipo para el sistema, un resumen de las tecnologías que se han probado, un test de autoevaluación y el informe de autoregistro. Fundamentalmente se entrega el análisis funcional y diseño de datos.
- b) *Versión preliminar de solución*, que de solución al menos a los requisitos básicos propuestos en la anterior sesión de control. Se hace hincapié en que se prohíbe la entrega de cualquier codificación y son sólo prototipos basados en interfaces abstractas de entrada/salida.
- c) *Mapa conceptual*, un mapa conceptual que permita a una persona no especialista comprender el sistema que se está desarrollando.
- d) *Evaluación individual* en la que se explican los conocimientos de especialización de cada miembro del equipo según su asignación dentro del trabajo.

3ª Reunión de control. A la tercera y última reunión de seguimiento sería muy conveniente llevar (además de las correcciones que pudieran derivarse de las anteriores sesiones de control):

- a) *Producto*, con la documentación y el mapa conceptual definitivo, la distribución resultante con los resultados obtenidos en los tests y un formulario que evalúe la calidad de dicho producto.
- b) *Borrador de la presentación*, necesario para pulir algunos detalles antes de la defensa ante el tribunal calificador. Aunque la tercera reunión se celebre con poco tiempo antes de la presentación

final, es importante porque suele convertirse en una prueba o ensayo general de la presentación y revisión de la documentación que debe entregarse.

Uno de los problemas que hemos detectado es que se prepara el material para cada una de las reuniones de forma independiente, de modo que al final, cuando debe entregarse toda la documentación, es posible que se omita material que se entregó en alguna de las reuniones anteriores. Por ello, debe recalarse que cada entrega consiste en la versión *en ese momento de desarrollo* de todo el trabajo asignado, de forma que las entregas constituyen **versiones** preliminares del trabajo final entregado.

Entrega final

Se recomienda que la documentación se presente en forma lineal según el orden de numeración que aparece en la Tabla 3:

1. Documentación general del producto
2. Documentación o Manual del programador
3. Documentación o Manual del usuario
4. Evaluación del Producto
5. Documentación del Proyecto, que suele resumirse en una tabla que representa la planificación prevista y la real
6. Evaluación del Proyecto

Implementación	Documentación		Evaluación
(P) Programas de desarrollo	(2) Del programador	(1) General del producto	(4) Del Producto
(U) Programas de distribución	(3) Del usuario		
	(5) Del Proyecto		(6) Del Proyecto

Tabla 3. Relación de material a entregar

Nótese que el alumno debe presentar tanto una versión del producto orientada al programador para su desarrollo posterior (2)+(P), como la versión de distribución orientada al usuario (3)+(U).

5. Conclusiones y trabajo futuro

Pensamos que de cara a la implantación de los nuevos Planes de Estudio basados en los créditos ECTS del EEES, tiene gran importancia disponer

de metodologías y sugerencias para actividades docentes como las que planteamos.

Una debilidad de este tipo de enseñanza es que puede resultar imposible alcanzar los programas de contenidos actuales de modo uniforme para todos los alumnos del curso que, en cambio, pueden presentar de forma individualizada un alto nivel en sus temas de especialización [2]. Por el contrario, se potencia el desarrollo de habilidades como el trabajo en grupo y metodologías para gestión, análisis, desarrollo y evaluación de proyectos.

Esta metodología se puede proponer como punto de partida para la realización de trabajos y prácticas en la titulación. También es aplicable, con ligeras modificaciones a estudios de doctorado en los que se plantea, en lugar de un trabajo práctico, la realización de un artículo de investigación [3].

Referencias

- [1] Joaquim Anguas, Luis Díaz, Isabel Gallego, Carmen Lavado, Angélica Reyes, Eva Rodríguez, Kanapathipillai Sanjeevan, Eduard Santamaría, Miguel Valero. *La técnica del Puzzle al servicio del aprendizaje de la programación de ordenadores*. JENUI 2006.
- [2] Página del Profesor Miguel Valero García. <http://epsc.upc.edu/~miguel%20valero/>
- [3] Página del profesor Alfredo Prieto Martín <http://www.alfredoprietomartin.tk>
- [4] A. Polo, M. Salas, J.C. Manzano, L.J. Arévalo (2001). *Guía para la realización de un proyecto fin de carrera en informática*. Actas de la JENUI01, pp. 281-286. Palma de Mallorca (España).
- [5] B. Oakley, R.M. Felder, R. Brent y I. Elhadj (2004). *Turning Student Groups into Effective Teams*. Journal of Student Centered Learning. Vol. 2, No. 1.
- [6] Creative Commons. <http://es.creativecommons.org/>
- [7] CmapTools. <http://cmap.ihmc.us/>
- [8] JabRef reference Manager <http://jabref.sourceforge.net/>