

Guía para la Realización de un Proyecto Fin de Carrera en Informática *

Antonio Polo, Miryam Salas, Juan C. Manzano, Luis J. Arévalo

Departamento de Informática

Universidad de Extremadura

10071 Cáceres

e-mail: {polo, miryam, juancman, ljarevalo}@unex.es

Resumen

El Proyecto Fin de Carrera (PFC) en la titulación de Ingeniería en Informática supone la última oportunidad para actualizar al alumno en sus conocimientos antes de que se enfrente con el mundo laboral. Sin embargo, a veces se plantea dicho trabajo como un proceso de especialización que, aunque puede tener justificación en determinados casos, pensamos que no debe ser el enfoque general.

Propugnamos la elaboración del PFC basado en una metodología de desarrollo, a ser posible con carácter de equipo y mediante simulación de situaciones reales.

En su desarrollo, la participación de cada alumno debe abordar múltiples aspectos, desde la planificación y análisis del mismo, su diseño y construcción, así como la instalación, seguimiento y evaluación del producto.

Para que se puedan desarrollar todos estos aspectos es necesaria una orientación clarificadora por parte del profesor. Esta ponencia muestra la metodología general de desarrollo del PFC que utilizamos un grupo de profesores en las Ingenierías en Informática de la Universidad de Extremadura. El debate de estos principios prácticos y metodológicos creemos que constituye una mejora en la calidad de la dirección del PFC por parte del profesor y proporciona una herramienta de ayuda inestimable para el alumno.

1. Motivaciones

El Proyecto Fin de Carrera (PFC) en las titulaciones de Ingenierías en Informática de la Universidad de Extremadura, tanto Técnicas como Superior, está planteado como una asignatura de 15 créditos. Es de tipo optativo en las Ingenierías Técnicas y con carácter obligatorio en la Ingeniería Superior [1].

De la Normativa actual [2] señalamos dos aspectos sobre los que reflexionar antes de abordar esta asignatura.

El primero se refiere a la finalidad del propio PFC. Así, en dicha Normativa, el PFC se define *"como un ejercicio de reválida en el que el estudiante debe demostrar que sabe poner en práctica gran parte de los diversos conocimientos adquiridos en la carrera"* [2].

Sin embargo, son numerosos los conceptos no desarrollados en forma práctica durante la carrera, ni considerados dentro de un problema global, con la complejidad suficiente como para que deban ser abordados por un equipo de trabajo.

Además, desde que el alumno inicia su andadura en el primer curso hasta hallarse en situación de afrontar el PFC, transcurre el tiempo suficiente (hasta cinco años en la Ingeniería en Informática), como para que se hayan producido numerosos cambios en la tecnología informática. Estos cambios pueden incluso reflejarse con modificaciones en el propio Plan de Estudios que inició el alumno.

Por tanto, nuestra interpretación del PFC no es sólo como un ejercicio de reválida de los

* Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto IPR00A057: Junta de Extremadura (Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología) y Fondo Social Europeo.

conocimientos adquiridos, sino "como la última oportunidad de que dispone el profesor para completar la formación del alumno en aspectos que no han podido tratarse durante la carrera".

El segundo punto que destacamos de la Normativa actual del PFC es el aspecto metodológico del mismo, pues "se entiende de importancia capital el propio proceso de desarrollo del proyecto. Por dicha razón se hará especial hincapié en la utilización de una metodología de desarrollo, perfectamente definida y establecida" [2].

Y es en este punto donde creemos que se necesita un modelo que oriente tanto al alumno como al profesor. Este último adolece de formación previa en el tema, salvo en casos específicos como los profesores de Ingeniería de Software.

En la mayoría de las veces, cada profesor recurre a su experiencia previa en otros proyectos, de modo que en este proceso de prueba y error se repiten una y otra vez las mismas situaciones. Además, esta experiencia no se comparte, ni existen mecanismos para que pueda perdurar. La forma de transmitir los principios de desarrollo del PFC al alumno suele ser oral, lo que produce una exposición parcial y con escasa posibilidad de que el alumno pueda consultarla más tarde.

Además, en la Normativa del PFC no aparecen algunas especificaciones concretas, como los criterios de valoración del PFC y en especial cuando el PFC se realiza por un grupo de alumnos.

Por todo esto pensamos que documentos como éste deben significar no sólo el resultado de un proceso de reflexión sobre la dirección y desarrollo del PFC, sino un mecanismo de intercambio, debate y exposición común a profesores y alumnos que participan en el mismo.

2. Estructura de una Guía para la realización del PFC

El concepto base que hemos tomado para la docencia de la asignatura PFC ha sido el de una guía orientativa, en la cual:

- a) Se vayan exponiendo de forma ordenada las tareas a realizar.

- b) Se documente suficientemente cada una de dichas tareas, tanto de forma individual como en el contexto del resto de tareas propuestas.

Para proporcionar esta información se ha supuesto la existencia de un almacén o repositorio donde se encuentra toda la documentación inicial y donde el alumno va aportando toda la que genere durante la realización del PFC.

El análisis de esta estructuración de tareas y el estudio de esta documentación creemos que debe ser el núcleo básico de la asignatura PFC, que se completará con la formación del alumno en las herramientas específicas y conceptos necesarios para la solución del problema al que deba enfrentarse.

Para facilitar el estudio de este repositorio se han seguido los siguientes principios de diseño:

- 1) Cada nivel presenta un número máximo de tareas o conceptos, que suele rondar entre 5 ó 6 elementos.
- 2) Todas las herramientas propuestas para el desarrollo del proyecto se presentan suficientemente documentadas y de fácil acceso para su instalación.
- 3) Cualquier modificación que se realice sobre la estructuración de este repositorio o la inclusión de nuevas herramientas, debe estar suficientemente documentada y razonada, constituyendo una nueva versión de la *Guía para la realización del PFC* para futuros proyectos.

Como ejemplo, mostramos en el resto de este trabajo la estructuración y contenidos en una de las primeras versiones que hemos realizado [4].

Supongamos que el PFC que vamos a desarrollar se denomina *proyectoZ* y que llamamos `\pfc` al repositorio de dicho PFC. Entonces se proporcionará al alumno el acceso a `\pfc`, cuyo contenido consiste en los dos subdirectorios siguientes:

- 0_pfc_guía
- 1_pfc_aplicaciónZ

El primero de ellos (`\pfc\0_pfc_guía`) representa la metainformación del PFC, y es la documentación común a cualquier PFC que siga esa versión de *Guía del PFC*.

El segundo de ellos (`\pfc\1_pfc_aplicaciónZ`) contendrá *toda la información* que se genere para el desarrollo del PFC que hemos denominado *AplicaciónZ*. Inicialmente contendrá *toda la*

estructura necesaria para almacenar dicha información, que seguirá las indicaciones dadas en \pfc\0_pfc_guía.

Estos dos elementos de información son los que se analizan en las próximas secciones.

3. Estructura de la Guía del PFC: \pfc\0_pfc_guía

Esta Guía genérica constituye la parte común de la asignatura PFC para todos los proyectos, y presentará los siguientes contenidos:

1	Introducción al PFC
1.1	¿Qué es el PFC?
1.2	¿Cómo es un PFC?
2	Metodología de desarrollo
3	Herramientas para la realización del PFC
3.1	Lista de necesidades
3.2	Evaluación base:
	• Test de herramientas
	• Test de habilidades
3.3	Acciones correctoras
4	Planificación y coordinación
4.1	Trabajo en equipo: mecanismos de coordinación y supervisión
4.2	Normalización del almacenamiento del PFC
4.3	Diario personal y de equipo
5	Normas de desarrollo
5.1	Normas de coordinación y planificación
5.2	Normas de documentación
5.3	Normas de codificación
5.4	Normas de verificación y pruebas

Tabla de contenidos de \pfc\0_pfc_guía

En la *Introducción* el alumno realiza una reflexión sobre el significado del PFC. Para ello se debe alcanzar una respuesta sobre qué es el PFC, para lo cual se proporciona la Normativa del PFC y la legislación vigente. De esta forma el alumno obtiene tanto la información administrativa como de fundamentos de la asignatura. A continuación nos planteamos cómo es el PFC, para ello se proporcionan al alumno uno o varios PFC modelos ya desarrollados por otros compañeros en cursos anteriores y se propone su lectura y posterior debate.

En la *Metodología de desarrollo* se muestra una metodología concreta que será la que se siga en el desarrollo del PFC. En nuestro caso, se propone utilizar una simplificación de Métrica [3]. Para ello se proporciona toda la información sobre esta metodología y un documento-resumen con sólo aquellos aspectos metodológicos más relevantes para el proyecto.

En el apartado de *Herramientas para la realización del PFC*, se proporciona el listado de todas las herramientas para el desarrollo del PFC. En primer lugar, se realiza una lista de estas herramientas, distinguiéndose aquellas de uso general en cualquier proyecto, como el editor de textos para la documentación, hasta herramientas específicas como compiladores del lenguaje de codificación elegido. A continuación se evalúa el manejo de dichas herramientas por parte del alumno. Y es posible que deban realizarse algunas acciones correctoras de formación personalizada para algunos alumnos. Nótese que se distingue entre el conocimiento de una herramienta y las habilidades de uso de dicha herramienta. Por ejemplo, a menudo encontramos alumnos que saben manejar los comandos básicos del editor de textos, pero desconocen técnicas de edición y publicación digital.

La *Planificación y coordinación* es un aspecto esencial, especialmente si hemos enfocado el PFC como un trabajo de equipo con varios componentes (que es lo que recomendamos) y pretendemos simular una situación de trabajo colaborativo en una compañía de desarrollo. En este caso, deben establecerse claros mecanismos de coordinación y supervisión, normalizar la forma de almacenar el PFC y proporcionar un modelo de diario personal y de equipo que permita el seguimiento del trabajo.

Por último, las *Normas de desarrollo* representan una sinopsis de las conclusiones alcanzadas hasta este punto, destacándose los aspectos de documentación y codificación. Muchas de estas normativas se revisarán y actualizarán en este punto, pues pueden depender de aspectos concretos de la tecnología a utilizar. Por ejemplo, pueden ser necesarias determinadas observaciones según el lenguaje de programación o sistema operativo utilizado. Se distingue, como integrante de estas normas de desarrollo, la metodología para verificación y pruebas del PFC.

4. Estructura del PFC *aplicaciónZ*: \pfc\1_pfc_aplicaciónZ

La siguiente Tabla muestra la estructura organizativa que proporcionamos para el desarrollo completo del PFC. Creemos que es importante que se tengan presentes todas las tareas a realizar, aunque algunas de ellas aparezcan muy lejanas, como la impresión final del documento.

Hemos observado que si el alumno tiene presente todos los aspectos del PFC, es más fácil que los vaya documentando a medida que se desarrollan, y por tanto, será más fácil y fiable la redacción final del documento.

1	Proyecto
2	AplicaciónZ
	2.1 Versión de Desarrollo
	2.2 Versión de Distribución
	2.3 Pruebas de Validación
3	Herramientas
4	Documentación
5	Publicación
	5.1 Documentación PFC
	5.1.1 Imprenta (doc, ps, pdf,...)
	5.1.2 Presentación (ppt,...)
	5.2 AplicaciónZ
	5.2.1 Usuario
	5.2.1.1 Manual usuario
	5.2.1.2 ProgramaInstalación
	5.2.2 Programador
	5.2.2.1 Manual programador
	5.2.2.2 Código fuente
Tabla de contenidos de \pfc\1_pfc_aplicaciónZ	

El apartado de *Proyecto* hace referencia al conjunto de fases necesarias en el desarrollo del PFC. Su contenido está muy influido por la metodología por la que se haya optado.

AplicaciónZ hace referencia a la aplicación concreta o programa que se esté desarrollando. Normalmente tiene tres repositorios bien diferenciados: a) el de las versiones en desarrollo, b) el de las versiones de distribución y c) el dedicado a almacenar el test de validación.

El apartado de *Herramientas* es cada vez más importante. Se hace referencia a todo el conjunto de herramientas seleccionadas y disponibles en el sistema, proporcionándose un mecanismo de organización y búsqueda de las mismas, en el que

se incluye información concreta de su instalación y observaciones de uso.

La *Documentación* contiene toda la documentación del PFC, posiblemente recolectada a partir del repositorio *Proyecto*, pero ahora el objetivo es escribir el PFC para su presentación al examen ante el tribunal. Por ello deben incluirse aspectos como introducción y resumen, conclusiones, referencias y apéndices.

Finalmente, la *Publicación* proporciona toda la información generada como versión definitiva. Es la documentación lista para su impresión, dada en diferentes formatos e incluyendo la presentación que normalmente se prepara para la defensa del PFC. La versión de la aplicación para el programador y el usuario, junto con los correspondientes manuales, son los componentes más habituales que incluimos en esta sección.

De toda esta estructura se van a desarrollar más en detalle los siguientes dos puntos: i) el Proyecto, indicando algunas de las fases más destacadas, y b) las Herramientas, proponiendo una clasificación de las mismas, en la que se señalan algunas herramientas tipo utilizadas en alguno de nuestros PFC.

4. 1. Proyecto: (\pfc\1_pfc_aplicaciónZ\1_proyecto)

El contenido del repositorio *Proyecto* debe estar estructurado de acuerdo con las fases indicadas por la metodología seleccionada. Nosotros proponemos los contenidos reflejados en la siguiente Tabla:

1	Objetivos
2	Planificación y desarrollo
3	Recogida de información
	3.1 Datos legados
	3.2 Entrevistas
4	Descripción del sistema actual
5	Especificación de requisitos
6	Descripción mediante UML
7	Referencias
8	Apéndices
	8.1 Instalaciones
	8.2 Documentos auxiliares
	8.3 Guía del PFC
Tabla de contenidos de \pfc\1_pfc_aplicaciónZ\1_proyecto	

1	Instalación
2	Hardware
	2.1 Sistema Operativo
	2.2 Controladores
3	Ingeniería de Software
	3.1 Flow-charter
	3.2 MS_Project
	3.3 UML_Rational
4	Bases de Datos
	4.1 MS-Access
	4.2 Oracle 8i
5	Lenguajes de programación
	5.1 Java
	5.2 C++
	5.3 Assembler
6	Multimedia
	6.1 cd_dvd
	6.2 gráficos
	6.3 sonido
	6.4 vídeo
7	Web
	7.1 visores
	7.2 interfaz
	7.3 conexiones
	7.4 webservidor
	7.5 webcliente
8	XML
	8.1 cursos
	8.2 editores
	8.3 parsers
	8.4 lenguajes
	8.5 query
	8.6 wrappers
9	Útil
	9.1 MS-OFFICE
	9.2 buscadores
	9.3 compresores
	9.4 editores de texto
	9.5 gestor de ficheros
	9.6 seguridad
	9.7 otros
10	Tutoriales
Tabla de contenidos de (\pfc\1_pfc_aplicaciónZ\3_herramientas)	

4. 2. Herramientas:

(\pfc\1_pfc_aplicaciónZ\3_herramientas)

A lo largo del desarrollo del PFC necesitaremos una serie de herramientas, por ejemplo se utilizará UML con Rational Rose para realizar parte de las especificaciones del PFC.

Todo este conjunto de herramientas posibles debe ofertarse al alumno dentro de un amplio repositorio de utilidades. La estructuración que hemos considerado en una primera clasificación de las herramientas se refleja en la tabla adjunta, en la que se destacan algunas de las herramientas particulares utilizadas en nuestros PFC.

5. Conclusiones

Aunque el presente trabajo pretende establecer las líneas de coordinación del PFC en las Ingenierías en Informática en el entorno de un grupo de profesores de la Universidad de Extremadura, sería deseable que la idea se extendiera para entablar un debate acerca del contenido de esta asignatura.

Por otra parte, no sólo podemos perfeccionar nuestra formación como profesores del PFC desde el ámbito académico, sino que abogamos por una colaboración con empresas que nos permita conocer las necesidades de la informática real. Es necesario, por tanto, un mecanismo de formación del profesorado universitario, del que suele carecer, no sólo en aspectos de dirección de proyectos, sino en aspectos docentes. Pues a menudo la docencia aparece oculta por las exigencias investigadoras impuestas como mecanismo casi único para validar la formación del citado profesorado.

Agradecimientos

La primera versión de esta *Guía para la realización de un PFC* no hubiera sido posible sin la colaboración de los alumnos Rafael Gómez González, Raúl Martín De la Montaña y Julio Morato García que la han aplicado durante el desarrollo de su Proyecto Final de Carrera [4].

Referencias

- [1] Universidad de Extremadura. *Plan de Estudios de Ingeniería en Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas e Ingeniería Técnica en Informática de Gestión*. <http://www.unex.es>.
- [2] Escuela Politécnica de la Universidad de Extremadura. *Normativa para la realización del Proyecto Fin de Carrera en la Ingeniería de Informática*. Aprobada en Junta de Escuela 14-12-1998.
- [3] Ministerio de Administraciones Públicas. *Métrica, versión 3. Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas de Información*. <http://www.map.es/csi/metrica3/>
- [4] Gómez González, Rafael; Martín de la Montaña, Raúl y Morato García, Julio. *Sistema de Información de Museos, versión 1*. Proyecto Fin de Carrera de Ingeniería Informática. Universidad de Extremadura, Febrero de 2001.