

Curso sobre Mantenimiento de Software: experiencia y propuestas.

Macario Polo Usaola, Francisco Ruiz González, Mario G. Piattini Velthuis
Escuela Superior de Informática
Universidad de Castilla-La Mancha
Ronda de Calatrava, 5
13071-Ciudad Real
Tel.: 926-295300 ext. 3706
correo electrónico: {mpolo, fruiz, mpiattin}@inf-cr.uclm.es

Resumen

Presentamos una experiencia de Curso sobre Mantenimiento del Software (MS) que ha sido impartido en la Escuela Superior de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) durante los dos últimos años. El Curso está organizado como enseñanzas propias de la UCLM. Tiene orientación eminentemente profesional y es complementario a lo formación reglada.

Introducción

A pesar de que el Mantenimiento es el proceso más costoso del ciclo de vida del software, y de que esta situación continuará en los próximos años [1], la realidad es que en los planes de estudio de las licenciaturas e ingenierías (superiores y técnicas) en informática se le ha dedicado poca atención. Incluso en las asignaturas directamente relacionadas con el mantenimiento, como la Ingeniería del Software, únicamente suelen impartirse una o varias horas comentando algunos aspectos generales sobre el MS. Esto puede deberse a dos causas:

- En primer lugar, porque la comunidad científica y profesional no ha dedicado la atención debida a esta materia hasta muy recientemente.
- En segundo lugar, por razones históricas y psicológicas: el mantenimiento ha sido considerado una actividad “poco creativa”,

desagradable, de la que apenas se hablaba. Las intervenciones de mantenimiento solían ser improvisadas debido a su falta de planificación y a los requisitos de tiempo que conllevaban [2]. Cuando se ha necesitado corregir defectos o añadir nuevas funcionalidades, se ha tendido a parchear el software en explotación sin aplicar una metodología adecuada, que sí se utiliza en los nuevos desarrollos.

Entorno Académico

Las directrices generales que establecieron las materias troncales de la titulación de Ingeniero en Informática [3] incluyen un descriptor sobre “*Diseño, propiedades y mantenimiento del software*” dentro de la materia troncal de *Ingeniería del Software* de segundo ciclo, que cuenta con 18 créditos. En la titulación de Gestión se incluye el mismo descriptor en la misma materia troncal, pero con 12 créditos. En cambio, en la titulación técnica de Sistemas no aparece dicha materia troncal, y por tanto, tampoco el descriptor.

Los planes de estudio de las tres titulaciones que se imparten en la Escuela Superior de Informática (ESI) de Ciudad Real no difieren mucho de la tónica general comentada. En la asignatura “Ingeniería del Software II” de 5º curso, con 9 créditos, figura el citado descriptor [4]. Igualmente aparece en “Ingeniería del Software”

de 3º curso, con 12 créditos para las dos titulaciones técnicas. El hecho de que se haya incluido también como obligatoria en la técnica de Sistemas consideramos que es una mejora importante.

En la práctica, este esquema formal se encuentra con las conocidas dificultades de tener que impartir muchos conocimientos nuevos con muy pocos créditos. Para intentar abordar esta dificultad de manera sistemática, en la ESI hemos elaborado un plan de incorporación en los planes de estudio de los diferentes aspectos englobados dentro de la ingeniería del software [5]. Este plan está basado en la propuesta SWEBOK (*Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*) elaborada conjuntamente por ACM e IEEE-CS [6], que establece 10 grandes divisiones en la ingeniería del software (ver tabla 1), entre las cuales incluye el MS.

<i>Áreas de Conocimiento</i>
Requisitos Software
Diseño de Software
Construcción de Software
Prueba del Software
Mantenimiento de Software
Gestión de la Configuración Software
Gestión de la IS
Proceso de IS
Herramientas y Métodos en IS
Calidad del Software

Tabla 1. Áreas de conocimiento de la Ingeniería del Software según SWEBOK.

El resultado de lo anterior, en cuanto a MS se refiere, es que se imparten 2 horas de introducción al tema en la asignatura de 3º curso en ambas ingenierías técnicas, y un tema (5-6 horas) en la asignatura de 5º curso. No obstante, puesto que los alumnos pueden personalizar su currícula mediante créditos de libre configuración, creemos que este tipo de créditos pueden ser una buena opción para completar la formación reglada con aspectos eminentemente profesionales y

tecnológicos (como el mantenimiento del software). Con este fin, en septiembre de 1999 la ESI de Ciudad Real puso en marcha un programa de Cursos de Enseñanzas Propias con las siguientes características:

- a) Duración aproximada de 20 horas (2 créditos).
- b) Prácticos o práctico/teóricos.
- c) Prioridad de matrícula para los estudiantes de últimos cursos.
- d) Contenidos complementarios a los impartidos en los planes de estudios.
- e) Horarios compatibles con la docencia reglada.

La gran demanda manifestada por parte de los estudiantes (incluso de otras titulaciones afines y de personas de la empresa privada para reciclaje profesional) ha superado con creces la oferta. Por ello, estamos en vías de aumentar más la oferta y variedad. Entre los cursos celebrados durante los años académicos 1999/2000 y 2000/2001 se encuentran los siguientes:

1. Almacenes de Datos (*Datawarehouses*).
2. Aplicaciones de Desarrollo en GNU/Linux.
3. Diseño Avanzado de Sitios Web.
4. Especificación y Síntesis de Sistemas Digitales con VHDL.
5. Instalación y Administración de Servidores Web.
6. **Mantenimiento de Software.**
7. Programación Avanzada en C++.
8. Redes IP avanzadas.
9. Redes Multimedia.
10. Sistemas de Radiocomunicaciones.
11. Técnicas de Adquisición de Conocimiento.

A continuación presentamos los contenidos del curso sobre Mantenimiento de Software, así como algunas conclusiones, reflexiones y propuestas para el futuro.

Curso de Mantenimiento de Software

Aunque tal vez resulte sorprendente, en los últimos años las empresas están empezando a

demandar especialistas en MS como una nueva categoría profesional (Figura 1).

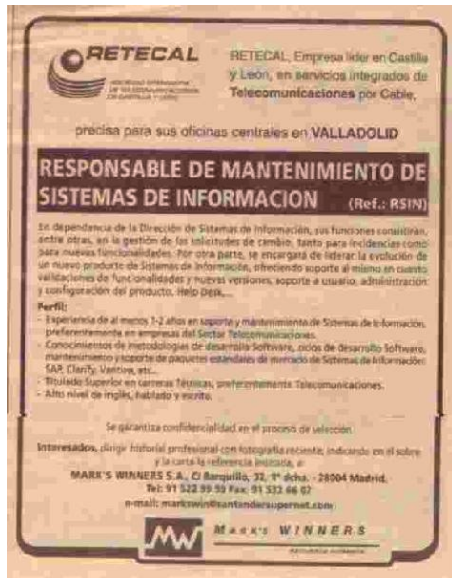


Figura 1. Oferta de empleo aparecida en “El País” (noviembre de 2000)

El curso de MS tiene 20 horas de duración, y está estructurado en diez sesiones de dos horas cada una. El objetivo general del curso es “*conocer el proceso de MS (sus principales conceptos, costes, tipos, y problemas), y profundizar en las principales herramientas y técnicas para planificar, gestionar y ejecutar eficientemente dicho proceso*”. Este objetivo general se concreta en un temario que considera de manera significativa los siguientes principios de la ingeniería del software:

1. Uso y conocimiento de normas y estándares.
2. Uso de herramientas para automatizar el trabajo.
3. Importancia de los aspectos de gestión además de los meramente técnicos.
4. Los procesos software deben estar sometidos a control y auditoría.

La primera sesión es una introducción al proceso de mantenimiento, en la que se discute su definición, los diferentes tipos de mantenimiento, sus costes y la problemática relacionada. A continuación, un conjunto de sesiones estudian el mantenimiento desde el punto de vista de gestión, en el que se entiende el mantenimiento como un proceso económico de la organización; se presentan algunos estándares relacionados [7] [8], así como una propuesta de su auditoría. El siguiente conjunto de sesiones se enfoca hacia la presentación de técnicas y medidas susceptibles de ser utilizadas durante el proceso de mantenimiento, como la reingeniería, la ingeniería inversa, métricas para estimación de esfuerzo, etc.

Con el fin de que el alumno perciba el mantenimiento como algo concreto y no necesariamente desagradable, se exponen con detalle algunas de estas técnicas, como un algoritmo para la detección de clones basado en árboles de sintaxis abstracta, una técnica para realizar reingeniería de bases de datos relacionales y varias métricas que se han demostrado muy útiles para la detección de módulos propensos a fallos. También se dedica atención a ciertas herramientas útiles para automatizar las tareas propias del mantenimiento, como un reestructurador de código que transforma código C a código C++, o MANTOOL, una herramienta para gestionar y controlar la cola de peticiones de modificación en un proyecto de MS [9].

El curso finaliza con dos sesiones dedicadas a la metodología de mantenimiento MANTEMA [10]. Puesto que, como dicen Graham et al. [11], una metodología de procesos software debe aportar al menos un modelo de procesos, técnicas, métricas y estructura de la organización, en estas dos sesiones que sirven de colofón se pretende presentar, además de la propia metodología, la integración de los diferentes conceptos que se han ido mencionando a lo largo del curso.

Toda la documentación del curso (temarios, documentos adicionales, personas de contacto, etc.) se encuentra disponible en el sitio web del

Grupo Alarcos (<http://alarcos.inf-cr.uclm.es>), un colectivo de profesores de la ESI dedicados a I+D y docencia en los campos de ingeniería del software y bases de datos.

Temario

Los contenidos detallados del curso son los que se muestran a continuación:

Sesión 1

1. Introducción.
 - a. Ingeniería, Crisis y Mantenimiento del Software
 - b. El ciclo de vida del software
 - c. Concepto de Mantenimiento de Software
2. Costes y Causas del MS
 - a. El efecto Iceberg: costes intangibles
 - b. Causas del alto coste del MS.
3. Tipos de mantenimiento
 - a. Mantenimiento Correctivo
 - b. Mantenimiento Adaptativo
 - c. Mantenimiento Perfectivo
 - d. Mantenimiento Preventivo
4. Actividades del MS
 - a. Actividades según el Tipo de Mantenimiento

Sesión 2

1. Dificultades del MS
 - a. Código Heredado
 - b. Leyes del Mantenimiento de Software
2. Problemas inherentes al MS
3. Efectos secundarios
 - a. sobre el código
 - b. sobre los datos
 - c. sobre la documentación
4. Soluciones al Problema del MS
 - a. Soluciones de Gestión
 - i. Mejora de los recursos dedicados al mantenimiento
 - ii. Gestión de la Calidad
 - iii. Gestión Estructurada del MS
 - iv. Organización del equipo humano
 - v. Documentación de los cambios
 - b. Soluciones Técnicas

- c. Soluciones - Conclusiones

Sesión 3

1. Modelos de Calidad del Software
 - a. El estándar ISO 9126
 - b. La Mantenibilidad en ISO 9126
2. Mantenibilidad y Mantenimiento
 - a. Aspectos que influyen en la Mantenibilidad
 - b. Propiedades de la Mantenibilidad
 - c. Efectos de los cambios sobre la Mantenibilidad
3. Medida de la Mantenibilidad
 - a. Métricas de Mantenibilidad
4. Estándares Útiles para el MS
 - a. El estándar ISO 12207
 - b. Procesos Principales en ISO 12207
 - c. Procesos de Soporte en ISO 12207
 - d. Procesos Organizacionales en ISO 12207
 - e. Interrelaciones entre Procesos en ISO 12207

Sesión 4

1. Introducción al estándar ISO 14764
 - a. Términos y definiciones
 - b. Procesos de Soporte
 - c. Tipos de Mantenimiento
2. Consideraciones de Implementación en ISO 14764
 - a. Participación temprana en el desarrollo
 - b. La Mantenibilidad en ISO 14764
3. Mantenibilidad y el Proceso de Desarrollo
 - a. Transición del Software
 - b. Documentación
4. Estrategia de Mantenimiento
 - a. Estructura del Plan de Mantenimiento
5. El Proceso de Mantenimiento en ISO 14764
 - a. Actividades del Proceso de Mantenimiento de Software (PMS)
 - b. Implementación del Proceso
 - c. Análisis
 - d. Realización
 - e. Revisión/Aceptación
 - f. Migración
 - g. Retirada

Sesión 5

1. Introducción a la Auditoría.
 - a. Concepto de Auditoría
 - b. Clases de Auditoría
 - c. Auditoría de Sistemas de Información
 - d. Control Interno y Auditoría
2. El Proceso de Auditoría según ISO
3. La Metodología CobiT
 - a. Audiencia
 - b. Fundamentos
 - c. Estructura
 - d. Objetivos de Control Generales
4. Adaptación de CobiT al PMS
 - a. Objetivos de Control para el PMS

Sesión 6

1. Soluciones técnicas.
 - a. Reingeniería.
 - b. Ingeniería inversa.
 - c. Reestructuración.
2. Ingeniería inversa de bases de datos
3. Detección de clones

Sesión 7

1. Ingeniería inversa de programas
2. Ingeniería inversa de interfaces de usuario
3. Algunas herramientas para ingeniería inversa y reestructuración

Sesión 8

1. Análisis económico de los proyectos de reingeniería
2. Métricas para el proceso de mantenimiento
3. Técnicas de estimación del esfuerzo de mantenimiento
4. Herramientas para la medición de código
5. Detección de módulos propensos a fallos

Sesión 9

1. Técnicas metodológicas
2. Externalización del MS
3. Metodología MANTEMA (I)

Sesión 10

1. Metodología MANTEMA (II)

Resultados obtenidos

El curso 1999/2000 hubo 150 solicitudes de inscripción en el curso. En la edición 2000/2001 han sido 80 solicitudes. El límite máximo de admitidos ha estado determinado por la capacidad del aula (120 puestos). Casi todos los alumnos han sido estudiantes de la propia ESI, aunque también han asistido un 5% de otros centros y un 1% de empresas. La asistencia al 80% de las clases (se ha realizado control de firmas en cada sesión) concedía el derecho a un "Certificado de asistencia" y a 2 créditos de libre configuración (estos criterios son generales a todos los cursos). Además, en el curso de MS se ha expedido un "Certificado de aprovechamiento" adicional a todos aquellos asistentes que han superado un examen final de conocimientos.

Se ha pasado un cuestionario anónimo a los alumnos que han obtenido el certificado de asistencia para que opinaran sobre el curso de forma que los profesores pudiésemos obtener una retroalimentación. La gran mayoría de estos alumnos han manifestado las siguientes opiniones:

- han descubierto un mundo nuevo desconocido hasta ahora, dentro de la Informática,
- se han dado cuenta que es importante para su futuro profesional, y
- echan en falta una parte instrumental en laboratorio para mejorar el curso.

Se ha elaborado, además, una versión aumentada del curso, que ha sido impartido como curso de doctorado de 30 horas en la Universidad Nacional del Comahue (Argentina), durante diciembre de 2000. Esta versión aumentada ha profundizado en determinados aspectos relacionados con el carácter metodológico del proceso de mantenimiento. También se han presentado más ejemplos de técnicas de las que se incluyen en la versión de 20 horas.

Reflexiones para el futuro

La opinión de los profesores del curso, confirmada por las respuestas de los propios alumnos, es que sería deseable que los contenidos del curso pudieran verse aumentados con ejercicios prácticos y utilización real de herramientas. Con este fin, estamos elaborando una nueva versión del curso con una duración de 30 horas. Las 10 horas adicionales se dedicarán íntegramente a prácticas de laboratorio, en grupos reducidos de 20 alumnos como máximo. El principal problema para llevar a cabo esta novedad es inherente a las mayores dificultades que el proceso de mantenimiento tiene respecto del proceso de desarrollo. Para que los alumnos experimenten la “realidad” del MS se hace necesario actuar sobre un producto software lo suficientemente complejo como para que se puedan reproducir los diferentes tipos de actividades y problemas del proceso de MS. Hemos optado por la realización de proyectos de mantenimiento (con sus diversas etapas y actividades) por equipos de mantenimiento (grupos de 4-6 alumnos) que incluyen los diferentes roles que existen en entornos reales. Para la implementación de esta parte práctica nos estamos basando en la experiencia de curso de proyectos de mantenimiento del software de la *University of Western Ontario*, en Canadá [12].

Por último, gracias a la publicidad de la página web del curso, hemos recibido muchas peticiones de personas interesadas en realizar el curso, especialmente del área iberoamericana. Por ello, estamos preparando una versión del curso para su impartición a distancia, mediante la adecuación de sus contenidos, ejercicios y tutorías a las características de la web.

Referencias

- [1] Piattini, M.; Villalba, J.; Ruiz, F.; Bastanchury, T.; Polo, M.; Martínez, M.A. y Nistal, C. *Mantenimiento del Software: Modelos, técnicas y métodos para la gestión del cambio*. Ra-Ma, 2000.
- [2] Pigoski, T. M., *Practical Software Maintenance. Best Practices for Managing Your Investment*. Ed. John Wiley & Sons. Estados Unidos, 1996.
- [3] BOE; *Título oficial de Ingeniero en Informática y directrices generales propias*. Boletín Oficial del Estado, 20-nov-1990, pg 34401.
- [4] UCLM: *Plan de estudios de Ingeniero en Informática de la Escuela Superior de Informática*. BOE, 19-enero-1998, pg 2504.
- [5] Ruiz, F.; Piattini, M. y Polo, M. Utilización de SWEBOK y PMBOK para la organización de contenidos en la ESI de la UCLM. Actas de las *VI Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática* (JENUT'2000), pgs. 319-326. Alcalá de Henares, septiembre 2000.
- [6] Software Engineering Coordinating Committee (IEEE-CS y ACM). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge* (Stone Man versión 0.7). En <http://www.swebok.org>.
- [7] ISO/IEC 12207: *Information Technology – Software Life Cycle Processes*, 1995.
- [8] ISO/IEC FDIS 14764: *Software Engineering - Software Maintenance* (draft), Diciembre-1998.
- [9] Polo, M., Piattini, M. y Ruiz, F. (2001) MANTOOL: a tool for supporting the software maintenance process. *Journal of Software Maintenance: Research and Practice*, 13(1), 1-19.
- [10] Polo, M., Piattini, M., Ruiz, F. and Calero, C.; MANTEMA: A Complete Rigorous Methodology for Supporting Maintenance based on the ISO/IEC 12207 Standard. *Third Euromicro Conference on Software Maintenance and Reengineering* (CSMR'99). IEEE Computer Society Press, Amsterdam (Netherlands), 1999, pp. 178-181.
- [11] Graham, I., Henderson-Sellers, B. y Younessi, H. (1997). *The OPEN Process Specification*. Essex, Reino Unido: ACM Press y Addison-Wesley.
- [12] Andrews, J.H. y Lutfiya, H.L. (2000). Experiences with a Software Maintenance Project Course. *IEEE Transactions on Education*, 43(4), 383-388.