

# VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática

Jenui 2001

Palma de Mallorca, 16-18 de Julio de 2001

Con el patrocinio de:



**Universitat de les Illes Balears**

**COMPAQ**  
Inspiration Technology



**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

Conselleria d'Educació i Cultura



**GOVERN  
DE LES ILLES BALEARS**

Conselleria d'Innovació i Energia

Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació

© del text: els autors, 2001

© de l'edició: Universitat de les Illes Balears, 2001

Primera edició: juny de 2001

Coberta: Antonio F. Coca

Edició: Universitat de les Illes Balears. Servei de Publicacions i Intercanvi Científic. Cas Jai. Campus universitari. Cra. de Valldemossa, km 7.5. E-07071 Palma (Illes Balears)

Impressió: Planogràfica Balear, S.L. Licorers, 164. Polígon de Can Rubiol. Marratxí

ISBN: 84-7632-657-2

DL: PM 1249-2001

No es permet la reproducció total o parcial d'aquest llibre ni de la coberta, ni el recull en un sistema informàtic, ni la transmissió en qualsevol forma o per qualsevol mitjà, ja sigui electrònic, mecànic, per fotocòpia, per registre o per altres mètodes, sense el permís dels titulars del *copyright*.

## Comité Organizador

### Presidente de Honor

**Llorenç Huguet Rotger**, Excmo. y Mgfco. Rector de la Univ. de les Illes Balears

### Presidentes

**Ramón Puigjaner Trepas**, Director de la Escuela Universitaria Politécnica

**Llorenç Valverde García**, Director del Dpto. de Matemáticas e Informática

### Coordinador

José Miró Julià

### Miembros

Isabel Aguiló Pons

Adelaida Delgado Domínguez

Antonio Fernández Coca

Angel Igelmo Ganzo

Francesc Rosselló Llompart, Profesores de la Universitat de les Illes Balears

## Comité de Programa

Rosa María Badia (Univ. Politècnica de Catalunya)

Pedro Blesa (Univ. Politécnica de Valencia)

Joaquín Ezpeleta (Univ. de Zaragoza)

Josep Maria Garrell i Guiu (Univ. La Salle)

Faraón Llorens (Univ. de Alicante)

Iñaki Iñigo Ochoa de Chinchetru (Univ. de Zaragoza)

Rosalía Peña (Univ. de Alcalá de Henares)

Edmundo Tovar (Univ. Politécnica de Madrid)

Ferràn Virgós (Univ. d'Andorra)

## Prefacio

Las Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, continúan su consolidación. Dos factores importantes han sido el disponer por primera vez de más de un año para la organización de las jornadas y la creación de la *Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática* (AENUI), que servirá de vehículo de continuación entre las ediciones. Gracias a esto se ha podido hacer una publicidad adecuada, lo que ha permitido una participación muy elevada: se han presentado más de 130 colaboraciones. Un riguroso proceso de revisión ha seleccionado los 99 trabajos que presentamos en estas actas.

Una novedades importantes de estas jornadas son la división de las colaboraciones en ponencias, demos y tertulias. Esperamos que esto permita presentar mejor el trabajo de los ponentes: las experiencias docentes mediante las ponencias; las herramientas (programas y circuitos) creadas para la docencia, mediante las demos, mientras que las discusiones informales que tanto abundan en estas reuniones se articulan en las tertulias. Las demos son de libre disposición y se pueden descargar desde la página web de las Jornadas (<http://dmi.uib.es/~jenui>).

Quisiera agradecer a nuestros patrocinadores, tanto a los institucionales –*Conselleria de Educació i Cultura, Conselleria d'Innovació i Energia del Govern Balear*, Compaq– como los que han patrocinado acontecimientos concretos –Springer, Macromedia– por su respaldo. Ha sido importante saber que creían en lo que hemos hecho.

Estoy seguro que, como en todas las ediciones anteriores, estas Jornadas serán un éxito y servirán para promover la colaboración y el intercambio de ideas y experiencias entre los profesores de informática de nuestras universidades.

Palma de Mallorca, Julio de 2001

J. Miró

Coordinador del comité organizador

## Cuerpo de revisores

Jose Joaquín Aguilera  
 Isabel Aguiló  
 Fernando Alvarez García  
 Pedro Javier Alvarez  
 Joan Aranda  
 Sandra Baldassarri  
 Jose Ramon Balsas  
 Pedro Blesa  
 Jose Manuel Burgos  
 Rafael Camps  
 Juan Carlos Cano  
 Erik Cobo  
 Adelaida Delgado  
 Alberto Diaz Esteban  
 Luis M. Diaz de Cerio  
 Amador Duran  
 José Fortes  
 Pep Fuertes  
 Pilar Fuster Parra  
 Isabel Gallego  
 Javier Galve  
 Jose A. Gamez  
 María José García García  
 María José Gil Larrea  
 Domingo Gimenez  
 Sergi Girona  
 Juan Antonio Gomez  
 Jorge Gonzalez Barturen  
 Antoni Grau  
 Angel Grediaga  
 Carlos Gregorio Rodríguez  
 Maria Engracia Gomez  
 Inés Jacob  
 Jose Jerez

Toni Juan  
 M. Carmen Juan Lizandra  
 Lenin Lemus  
 Faraón Llorens  
 Antonio Maña  
 Antonio Martí Campoy  
 Juan Carlos Martinez  
 Raquel Martinez  
 Manuel Mejias  
 José Miró Julià  
 Andres Molina  
 Antonio Moreno  
 Juan Vicente Oltra  
 Santiago Ortego  
 Cristóbal Pareja  
 Rosalía Peña  
 Angel F. Perles  
 José Poveda  
 Jorge Ramió Aguirre  
 Isabel Ramos  
 Miguel Rebollo  
 Montserrat Robles  
 Jairo Rocha  
 Francisco Ruiz  
 Angel Sanchez  
 Fermin Sanchez  
 Carlos Seara  
 Edmundo Tovar  
 Maite Urretavizcaya  
 Miguel Valero  
 Miguel Angel Vega  
 Antonio J. de Vicente Rodríguez  
 F. Javier Zarazaga

## Indice

<b>Ponencias .....</b>	<b>1</b>
<b>Tema estratégico: ¿Cómo enseñamos memoria cache en nuestros planes de estudios?</b>	
Diseño de experiencias prácticas sobre memoria cache .....	3
X. Molero, Á. Rodas, A. Pont, J. Sahuquillo, J.M. Valiente <i>Universitat Politècnica de València</i>	
Enseñanza de arquitecturas de memorias caché mediante simuladores .....	9
M. Á.Vega Rodríguez, J. A. Gómez Pulido, J. M. Sánchez Pérez <i>Universidad de Extremadura</i>	
La enseñanza sobre memorias caché en la titulación de Ingeniería Informática de la Universidad de Extremadura .....	15
M. Á.Vega Rodríguez, J. A. Gómez Pulido, J. M. Sánchez Pérez <i>Universidad de Extremadura</i>	
<b>Tema estratégico: La evaluación de la calidad en la enseñanza universitaria de la informática</b>	
Acción especial de evaluación conjunta de las titulaciones de ITIS e ITIG impartidas por las EUI-UPM y EUI-UPV .....	
Ana Pont, Encarna Segarra <i>Universitat Politècnica de València</i> Jesús Sánchez, Pilar Martínez <i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	
Dificultades para la evaluación de la calidad de una titulación de Ingeniería Informática .....	27
E. Tovar <i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	
Sistema de gestión de asignaturas en entorno Web .....	31
E. A. Martel Jordán, C. N. Ojeda Guerra, P. Hernández Morera, E. M. Macías López, V. Monagas Machín <i>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria</i>	
Desarrollo del portal web de la E.U. de Ingeniería Técnica en Informática de Oviedo .....	33
Daniel Gayo Avello, Benjamín López Pérez, José Emilio Labra Gayo <i>Universidad de Oviedo</i>	
Control de acceso y estadísticas a las páginas de un servicio web en el ámbito docente universitario .....	4
Jesús M. Álvarez Llorente <i>Universidad de Extremadura</i>	
Integración de una asignatura en Internet: el caso de Diseño y Evaluación de Configuraciones .....	5
J.J. Merelo, P. A. Castillo, A. Prieto <i>Universidad de Granada</i>	

Materias de tecnología de la información en la licenciatura en Documentación de la UPV .....	184
Vicente J. Julián, Carlos Carrascosa, Vicente J. Botti	
<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>	
Utilización de software en la docencia de técnicas algorítmicas .....	190
I. Dorta, A. Rojas, C. León, P. Dorta	
<i>Universidad de La Laguna</i>	
La enseñanza de la Ingeniería del Software en el marco del postgrado en Informática de la Universidad de Zaragoza .....	196
Pedro J. Álvarez, Sergio Blasco, Miguel A. Latre, Javier Nogueras	
<i>Universidad de Zaragoza</i>	
Mejoras en el aprendizaje de la informática en otras escuelas universitarias .....	199
Pedro Alonso Jordá, Fernando García Granada	
<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>	
<b>Ingeniería del software</b>	
Entorno de programación Java para la docencia y desarrollo de procesadores de lenguajes .....	204
Miquel Mascaró Portells, Catalina Orell Más	
<i>Universitat de les Illes Balears</i>	
Ingeniería del Software: ¿Basta con desarrollar proyectos o haría falta probar a implantar procesos de desarrollo a largo plazo? .....	210
Pablo Gervás, Marco Antonio Gómez Martín, Antonio Sarasa	
<i>Universidad Complutense de Madrid</i>	
Sistema web basado en ASP y XML para la gestión presupuestaria de un centro universitario ..	216
Silvia Conde Rey, Eva Dafonte Pérez, Enrique Barreiro Alonso	
<i>Universidade de Vigo</i>	
Un modelo de evaluación de prácticas en Laboratorio de Ing. del Software .....	222
A. Garrido, M.C. Penadés, V. Pelechano	
<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>	
Curso sobre mantenimiento de software: experiencia y propuestas .....	228
Macario Polo, Francisco Ruiz, Mario Piattini	
<i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	
Uso de técnicas de dinámica de grupos para sensibilizar a los alumnos de Ingeniería del Software en los problemas de comunicación .....	234
Pedro J. Álvarez, Javier Gutierrez, F. Javier Zarazaga	
<i>Universidad de Zaragoza</i>	
Esther Lanuza	
<i>Consejería de Educación de la Diputación Gral. de Aragón</i>	
La enseñanza de la Gestión Proyectos de Software en el plan de estudios de Ingeniería Informática de la Universidad de Zaragoza .....	239
R. Bejar, O. Cantan, P. R. Muro-Medrano, F. J. Zarazaga	
<i>Universidad de Zaragoza</i>	

Aprendizaje de CMM a través de la simulación .....	243
Mercedes Ruiz Carreira	
<i>Universidad de Cádiz</i>	
Isabel Ramos Román	
<i>Universidad de Sevilla</i>	
METRICA en la enseñanza del análisis de sistemas de información .....	249
J.A. González, D.G. Morales, J.L. Roda	
<i>Universidad de La Laguna</i>	
<b>Informática teórica. Matemáticas</b>	
Algoritmo de Dijkstra. Un tutorial interactivo .....	254
M. Gloria Sánchez Torrubia, Víctor M. Lozano Terrazas	
<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	
Metodos iterativos para sistemas lineales: su implementacion con Matlab .....	259
M. Pilar de las Heras González, José Luis Fernández Sainz-Aja	
<i>Universidad de Burgos</i>	
La importancia de las matemáticas en las titulaciones técnicas universitarias .....	263
José Poveda	
<i>Universidad de Valencia</i>	
M. Carmen Juan	
<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>	
Prácticas con algoritmos fractales .....	269
C.Escribano, A.Giraldo, M.A.Sastre	
<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	
<b>Proyectos final de carrera</b>	
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 .....	275
C. I. García Osorio, C. López Nozal, B. Vaquerizo García,	
C. Pardo Aguilar	
<i>Universidad de Burgos</i>	
Guía para la realización de un proyecto fin de carrera en informática .....	281
Antonio Polo, Miryam Salas, Juan C. Manzano, Luis J. Arévalo	
<i>Universidad de Extremadura</i>	
El proyecto final de carrera en Ingeniería Técnica de Informática .....	287
Juan Sánchez Díaz, José Hilario, Canós Cerdá	
<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>	
<b>Programación</b>	
¿Es conveniente la orientación a objetos en un primer curso de programación? .....	293
Jesus J. García Molina	
<i>Universidad de Murcia</i>	

# Curso sobre Mantenimiento de Software: experiencia y conclusiones.

Macario Polo Usón, Mario G. Piattini Velthuis

Departamento de Informática  
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
 Universidad de Castilla-La Mancha  
 Avda. de los Reyes Católicos, 5  
 45013 Ciudad Real  
 T. 913 281 000 ext. 3706  
 E. macario@uclm.es, mpiattini@inf-cr.uclm.es

### Resumen

Presentamos una experiencia de Mantenimiento del Software impartido en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Castilla-La Mancha durante los dos últimos cursos. Este curso está organizado como enseñanzas propias. Tiene orientación eminentemente práctica y es complementario a la formación

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.

### Introducción

A pesar de que el Mantenimiento es el más costoso del ciclo de vida, que esta situación continuará [1], la realidad es que en los cursos de licenciaturas e ingenierías (técnicas) en informática se presta poca atención. Incluso en las asignaturas relacionadas con el mantenimiento de Ingeniería del Software, se imparten una o varias horas de aspectos generales sobre el tema, pero no se debe a dos causas:

- En primer lugar, por la falta de atención científica y profesional debida a esta actividad recientemente.
- En segundo lugar, por la falta de atención psicológica: el mantenimiento es considerado

### 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 Ingeniería 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 Ingeniería (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.

Áreas de Conocimiento
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 currículo 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:

- Duración aproximada de 20 horas (2 créditos).
- Prácticos o práctico/teóricos.
- Prioridad de matrícula para los estudiantes de últimos cursos.
- Contenidos complementarios a los impartidos en los planes de estudios.
- 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:

- Almacenes de Datos (*Datawarehouses*).
- Aplicaciones de Desarrollo en GNU/Linux.
- Diseño Avanzado de Sitios Web.
- Especificación y Síntesis de Sistemas Digitales con VHDL.
- Instalación y Administración de Servidores Web.
- Mantenimiento de Software.
- Programación Avanzada en C++.
- Redes IP avanzadas.
- Redes Multimedia.
- Sistemas de Radiocomunicaciones.
- 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).

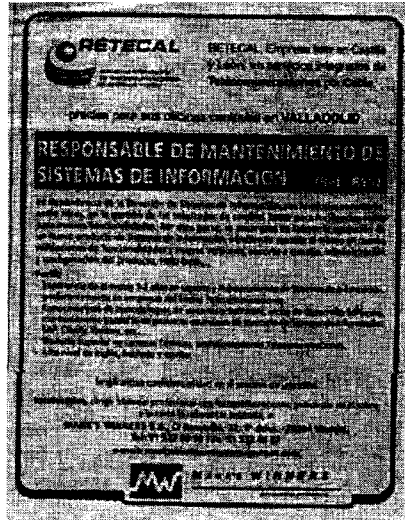


Figura 1. Oferta de empleo aparecida en "El País" (noviembre de 2000)

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 (JENUI'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.