

Generación de recursos educativos para la enseñanza de la asignatura de “Estructuras de datos y de la información” en un campus virtual.

Antonio Sarasa

Departamento de Sistemas Informáticos y Programación. Facultad de Informática.
Universidad Complutense de Madrid.
e-mail: asarasa@sip.ucm.es,

Resumen

En este artículo se describe el proceso que se está desarrollando en la asignatura de “Estructuras de Datos y de la Información” de la titulación de Ingeniería en Informática de la Universidad Complutense de Madrid para llevar a cabo su virtualización en el Campus Virtual de la universidad. Se han puesto en marcha un conjunto de trabajos voluntarios en los que colaboran alumnos y profesor en la generación de recursos educativos que puedan ser usados en la herramienta WebCT del Campus Virtual para complementar la formación que los alumnos reciben de manera presencial. Así en este artículo mostramos los primeros resultados obtenidos.

1. Introducción

Durante el curso académico 2002/2003 el Vicerrectorado de Nuevas Tecnologías de la Universidad Complutense de Madrid, ahora Vicerrectorado de Innovación, Organización y Calidad decidió poner en marcha un proyecto para crear un campus virtual para uso de los alumnos y del personal docente de la universidad.

El principal objetivo de dicho proyecto era crear la infraestructura necesaria para ofrecer a los alumnos un apoyo docente a distancia que complementara la formación que reciben de forma presencial, y ofreciera a los profesores otro medio por el cual llevar a cabo su labor docente. Con esta finalidad el Vicerrectorado creó la denominada Unidad de Apoyo Tecnológico a la Docencia (UATD), quien puso en marcha el proyecto:

1. *Elección de la herramienta WebCT.* La elección de la herramienta que diera soporte al campus virtual era un punto crítico debido a las

características particulares de la Universidad Complutense de Madrid:

a. *Una universidad con grandes números.* Se trata de una universidad de alrededor de 90.000 alumnos, 6000 profesores y casi 15000 asignaturas. Ante este contexto de números tan gigantesco era necesaria una herramienta que ofreciera estabilidad y seguridad reconocidas por su uso en otras universidades.

b. *Una herramienta simple.* Tanto alumnos como profesores presentan perfiles muy diversos y sesgados. En la Universidad Complutense se imparten licenciaturas tanto del ámbito de las Ciencias Humanas tales como Filosofía, Geografía o Historia del Arte hasta del ámbito de las Ciencias Tecnológicas tales como Informática, Físicas o Matemáticas. Así pues los conocimientos y el punto de arranque de cada uno de los usuarios son bien distintos, haciendo necesario una herramienta fácil de aprender, de usar, y al alcance de todos.

Bajo estos principios se eligió la plataforma comercial de formación a distancia WebCT ([2]) que presentaba las características buscadas:

- Las estadísticas de uso de la herramienta a nivel mundial: 2,500 instituciones, 12 millones de alumnos, 360,000 profesores en 60 países. En concreto un número importante de universidades españolas han apostado por ella.
- La implantación con éxito en la Universidad Nacional Española a Distancia (UNED), universidad de características muy similares tanto en número como en diversidad de usuarios a la Universidad Complutense de Madrid.
- Ofrece subgrupos de herramientas diseñadas para desarrollar rápidamente cursos en línea y permite a los profesores presentar sus cursos de una forma flexible y variada según el contenido y la metodología de enseñanza escogida.

2. Fase de prueba para el curso 2003/04. La UATD decidió llevar a cabo una primera fase de implantación durante el curso 2003/2004 de carácter limitado (no extendida a todos los alumnos y a todas las asignaturas), debido a las razones antes señaladas, elevado número de alumnos y diversidad de perfiles de los posibles usuarios, el carácter voluntario de la participación de los profesores, y la falta de formación de los profesores interesados. Así se reclutó a un conjunto de profesores voluntarios en participar en la experiencia y llevar a cabo la virtualización de las asignaturas que imparten de forma presencial. Este grupo de profesores recibió un curso de formación para poder empezar a trabajar con la herramienta y con los alumnos.

Uno de los objetivos de esta fase de prueba era obtener los elementos de decisión necesarios para planificar la implantación del campus virtual en el curso 2004/2005. En este sentido se quería valorar los siguientes puntos sobre el impacto y uso del campus ([3]):

- Participación y uso de la herramienta por parte de los alumnos en general.
- Motivación de los alumnos según el perfil del mismo.
- Coste en tiempo y esfuerzo de dedicación del profesor para virtualizar y mantener la asignatura.
- Respuesta de los alumnos según el tipo de asignatura: Anual/ Cuatrimestral, Muchos alumnos/Pocos alumnos, Primer Ciclo/Segundo Ciclo/Tercer Ciclo, Ciencias Humanas/Ciencias Tecnológicas
- Influencia sobre el rendimiento y hábitos del alumno.
- Motivación del profesorado para trabajar con la herramienta.
- Impacto sobre el método docente al complementarse con una formación a distancia.

Atendiendo a estas necesidades de información y tomando como referencia en cada centro las asignaturas de los profesores voluntarios, la UATD realizó a cada centro una propuesta de asignaturas a virtualizar dándose la siguiente casuística:

- Centros que no tenían profesores interesados.
- Centros con un número pequeño de profesores interesados.
- Centros con un número significativo de profesores interesados.

Programación, algoritmos y estructuras de datos

En los centros con profesores voluntarios se virtualizó todas las asignaturas que presentarán perfiles distintos, es decir, si había dos asignaturas parecidas (mismo carácter anual/cuatrimstral, un número aproximadamente igual de alumnos,...) entonces solo se propuso virtualizar una. Y para las asignaturas no elegidas, la UATD ofreció a los profesores correspondientes la posibilidad de virtualizar su asignatura sin alumnos. En la Facultad de Informática la propuesta realizada por la UATD se puede ver reflejada en la Tabla 1.

Anuales				
Tipo	Asignatura	Departamento	Nº alumnos	Virtualización
tr	Estructura de datos y de la información	Sistemas Informáticos y Programación	140	Total
tr	Procesadores de lenguajes	Sistemas Informáticos y Programación	130	Sin alumnos
			250	
2º cuatrimestre				
Tipo	Asignatura	Departamento	Nº alumnos	Virtualización
obli	Ampliación de computadores y automática	Arquitectura de computadores y automática	90	Sin alumnos
Docto	Técnicas Avanzadas de Tratamiento de la Información	Sistemas Informáticos y Programación	20	Total
			110	

Tabla 1. Propuesta de la UATD de virtualización de asignaturas en la Facultad de Informática.

2. Estructuras de Datos y de la Información

La asignatura de Estructuras de Datos y de la Información, es una asignatura troncal de primer ciclo del plan de estudios de Ingeniero en Informática impartida por el Departamento de Sistemas Informáticos y Programación, y que se cursa en segundo curso en la Facultad de Informática. En la materia que se imparte se pueden diferenciar dos partes:

- *Diseño de algoritmos recursivos e iterativos.* Es la parte que se imparte durante prácticamente todo el primer parcial, y trata sobre los temas([5]) de: Complejidad algorítmica, Especificación formal de algoritmos, Diseño recursivo de algoritmos, y Diseño iterativo de algoritmos. El objetivo a

alcanzar sobre el alumno, es que éste adquiera la capacidad para programar en pequeña escala con corrección (especificando y verificando tanto programas recursivos como iterativos), y que sea capaz de comparar soluciones algorítmicas (para lo cual debe poder analizar la eficiencia de los algoritmos y razonar sobre el coste de las diferentes soluciones a un problema).

- *Estructuras de Datos*. Esta parte se comienza a impartir si hay tiempo en el primer parcial, y consume el resto del curso, tratando sobre los siguientes temas: Tipos abstractos de datos (TADS), Tipos de datos lineales, Tipos de datos arbórescentes, Tipos de datos funcionales, y Tipos de datos relacionales. El objetivo de esta parte se centra en el conocimiento de las herramientas básicas para la organización y manipulación de datos, y la adquisición de la técnica necesaria para la comprensión y evaluación de algoritmos complejos, y el razonamiento sobre cuál es la solución más adecuada para unas especificaciones concretas.

La forma de impartir la asignatura es la alternancia de clases de teoría con clases de resolución de problemas. En la Tabla 2, puede verse una ficha que resume las principales características de la asignatura.

Los rasgos definitorios de esta asignatura son:

- *Asignatura numerosa*. Existe una elevada cantidad de alumnos que se matriculan en la asignatura. Actualmente hay 3 grupos abiertos, 2 por la mañana y uno por la tarde, con una media de 140 alumnos en cada grupo. De los tres grupos, se ha virtualizado uno de la mañana.
- *Dificultad conceptual*. La materia de que versa la asignatura tiene un alto grado de abstracción y un marcado carácter teórico, manejándose conceptos básicos del Álgebra y del Análisis Matemático tales como el razonamiento inductivo, siendo además necesario una buena base en “Lógica matemática” y “Matemática Discreta”.
- *Alta tasa de suspensos y abandono*. Debido a su alto contenido matemático y a la débil base matemática con la que muchos alumnos llegan a la asignatura, las tasas de suspensos y abandonos son bastantes altas.
- *Insuficiente visión práctica*. En el plan de estudios se espera que la parte práctica de esta asignatura se realice en la asignatura de

Laboratorio de Programación II, sin embargo la realidad es que

Tipo: Troncal. Primer ciclo. Segundo curso. Curso completo 15 créditos BOE. 5 horas/semana en aula
Objetivos: Razonar formalmente sobre la corrección y eficiencia de programas iterativos y recursivos en pequeña escala. Especificar tipos abstractos de datos y elegir la estructura de datos más adecuada para implementarlos.
Conocimientos y destrezas que se requieren: Diseño informal de programas iterativos : nivel medio; Diseño por refinamientos sucesivos: nivel medio; Manejo de estructuras elementales de datos: nivel medio; Aplicación de esquemas de recorrido y búsqueda: nivel avanzado; Comprensión de la lógica de primer orden: nivel medio; Capacidad para escribir predicados: nivel medio; Capacidad para comprender los axiomas de un LP: nivel elemental; Capacidad para realizar demostraciones inductivas: nivel elemental;
Contenidos: 1. Eficiencia de programas iterativos y recursivos. 2. Diseño de programas iterativos. 3. Diseño de programas recursivos. 4. Tipos abstractos de datos. 5. Tipos de datos lineales. 6. Tipos de datos arbórescentes. 7. Tipos de datos funcionales. 8. Tipos de datos relacionales.
Conocimientos y destrezas que se adquieren: Especificar y derivar pequeños progr. iterativos: nivel medio; Especificar y derivar pequeños progr. recursivos: nivel medio; Calcular formalmente el coste en el caso peor: nivel medio; Especificar formalmente un tipo abstracto de datos: nivel medio; Razonar sobre corrección de programas que lo usan: nivel medio; Elegir la(s) estructura(s) de datos que implementar: nivel medio; tan un tipo abstracto de datos: nivel medio;
Método docente: Clases de teoría y clases de resolución de problemas por los alumnos. Se espera que la asignatura Laboratorio de Programación II realice prácticas relacionadas con los contenidos de esta asignatura.
Método de evaluación: Primer parcial. Examen final en junio y septiembre. Se necesita al menos un 5 para liberar la materia del examen parcial. Esa nota se conservará hasta septiembre. Los alumnos que no han liberado materia tendrán exámenes finales completos tanto en Junio como en Septiembre. Los que la han liberado tendrán exámenes en Junio y Septiembre de la parte no liberada. Se valorará positivamente la participación en las clases de problemas, especialmente en casos de aprobado dudoso.
Bibliografía: Peña, R.; <i>Diseño de programas. Formalismo y abstracción</i> ; Segunda edición. Prentice Hall, 1998.; Kaldewaij, A.; <i>The Derivation of algorithms</i> ; Prentice Hall, 1990.; Horowitz, E., Sahni, S., Mehta, D.; <i>Fundamentals of Data Structures in C++</i> ; W. H. Freeman & Co., 1995; Marti Oliet, N., Ortega Mallén, Y., Verdejo López, J. A.; <i>Estructuras de datos y métodos algorítmicos: Ejercicios resueltos</i> ; Colección Prentice Practica, Pearson/Prentice Hall, 2003;

Tabla 2. Cuadro de información sobre la asignatura.

normalmente al ser impartida por diferentes profesores, no existe la suficiente coordinación entre ambos, quedando insuficiente la perspectiva práctica de la asignatura. Esta lejanía con la práctica hace que la visión de la asignatura por parte del alumno sea de que se trata de “una asignatura poco útil”, o bien de “que no sirve para nada”, “un rollo teórico que hay estudiar para pasar de curso”.

• *Rechazo generalizado y mitificación.* Por las razones anteriores esgrimidas se trata de una asignatura que presenta un alto rechazo entre los alumnos, considerándola como una “asignatura hueso”. Además dicha consideración ha alcanzado el grado de mito, de forma que se transmite de promoción en promoción de la asignatura, la dureza de la asignatura.

Ante este contexto el profesor se enfrenta al reto de motivar a unos alumnos que parten desde el principio y antes de conocer la asignatura con un alto grado de desmotivación, rechazo y miedo a la dificultad que presenta la misma.

3. Virtualizando la asignatura

Cuando se conoció la posibilidad de virtualizar la asignatura se pensó que era una buena oportunidad para solventar algunos de los problemas antes mencionados. Por ello se analizó cómo cubrir con la virtualización por una parte la necesidad de complementar la formación de los alumnos a nivel de conocimiento, y por otra parte la necesidad de elevar la motivación y el interés de los alumnos por la asignatura. En este sentido se decidió realizar la virtualización como una labor de equipo y colaboración entre profesor y alumnos voluntarios que quisieran participar en la misma ([8]).

Los objetivos que se querían alcanzar con la participación de los alumnos eran: pérdida del miedo a la dificultad de la asignatura, familiarización con los conceptos usados en materia al tener que conocerlos para poder producir recursos con los que otros alumnos puedan aprender los contenidos, y aumento de la motivación por la asignatura al sentirse los alumnos protagonistas de la misma a través de los recursos que ellos mismos han elaborado ([8]) y que otros alumnos usarán en su preparación de la asignatura.

Esta primera experiencia se ha centrado en la parte de la asignatura de “Diseño de algoritmos” ([5]), y las líneas maestras seguidas han sido:

• *Acercamiento a la herramienta WebCT.* Lo primero que se planteó fue la realización de varias sesiones presenciales en un laboratorio de programación, para mostrar a los alumnos cómo

funcionaba la herramienta y que servicios podía ofrecer a sus necesidades.

Otros elementos que se usaron en esta primera fase de acercamiento fueron ([3],[9]):

1. Creación de foros de discusión de distinta temática donde los alumnos pudieran dejar sus dudas, comentarios,..., y que bien el propio profesor, o bien otros alumnos pudieran contestarle. Los foros pueden ser públicos, en los cuales se ve el identificador de las personas que intervienen en el foro, o bien anónimos, en los que el identificador no puede ser visto.
2. Correo electrónico interno de la herramienta, de forma que los participantes puedan comunicarse entre sí.
3. Pizarra virtual, en donde varios participantes pueden compartir un espacio común, en el cual pueden escribir o dibujar, y de manera simultánea pueden ver lo que hace cada uno de ellos.
4. Chat, en donde pueden conversar varios participantes.
5. Enlaces, en donde se colocaron los enlaces que pudieran ser interesantes para el desarrollo de la asignatura.

• *Creación de una página Web.* Para fomentar el uso de la herramienta, se aprovechó la posibilidad que tiene la herramienta para colgar páginas Web personales ([7]). Cada alumno tiene una cuenta personal en la herramienta, desde donde puede hacer uso de los servicios ofrecidos por el entorno, y que además puede personalizar. Uno de los servicios ofrecidos es el diseño de una página de bienvenida que enlace con la página personal que un alumno pueda tener en un servidor externo a la herramienta. Así lo primero que se pidió a los alumnos es que cada alumno de una manera voluntaria diseñara su propia página web personal, la colgará en un servidor gratuito, y realizará una página de bienvenida en la herramienta, en la cual se enlazara con la página web personal. El objetivo que se tenía con esto era conseguir que el alumno al tener que realizar algo tan personal como su página web, que en general genera entre los alumnos un alto interés y dedicación, como contrapartida incrementará también su interés por el uso de WebCT.

• *Motivación de los alumnos mediante una filosofía de Premio/Castigo* ([7], [8]). El siguiente paso que se tomó fue la captación de voluntarios que quisieran participar en la virtualización de la asignatura. Teníamos claro que para conseguir animar a los alumnos era necesario ofrecerles algo

como contrapartida. Así pues se ofreció que todos los alumnos que participarán en esta experiencia, podrían ser compensados con hasta 2 puntos aditivos a la nota que obtuvieran en los exámenes de Febrero. La respuesta de los alumnos fue amplia, de 140 alumnos matriculados en el curso, unos 90 alumnos, están actualmente participando en los trabajos que se realizan.

• *Una visión desde la ingeniería del software para llevar a cabo la virtualización([1]).* Ante esta perspectiva de tan elevado número de alumnos para llevar a cabo la virtualización, se planteó la necesidad de arbitrar un método para poder dirigir de una manera eficaz todo el trabajo. Así se decidió tratar la virtualización como la realización de un proyecto software, aplicando técnicas de Ingeniería del software. De esta forma el proceso de virtualización de la asignatura tomaba el papel de un proyecto ingenieril, cuyo jefe de proyecto era el profesor de la asignatura, y divido en 10 subproyectos (ver Tabla 3) que llevarían a cabo diferentes tareas en la virtualización ([6]). Cada subproyecto se caracteriza por:

1. Esta formado por entre 8 y 10 miembros.
2. Uno de los miembros actúa como jefe del subproyecto, y tiene como misión coordinar el subproyecto, y servir de nexo entre el equipo que forma el subproyecto y el profesor.
3. Cada subproyecto, se divide en equipos de trabajo que realizan labores independientes que después tendrán que enlazarse bajo la supervisión del jefe del subproyecto.

• *Creación de contenidos educativos ([4]).* El objetivo que se planteó en esta primera experiencia fue la creación de recursos educativos que pudieran ser usados desde el entorno de la herramienta y que sirvieran a los alumnos para complementar la formación presencial, solventar dudas que se plantean y los alumnos en muchas ocasiones no preguntan, y en general mejorar su formación. Los contenidos que se están generando son de 4 tipos: Material teórico/practico básico, Problemas aplicados, Programa de ayuda al estudio y un Entrenador para exámenes.

Cada uno de los subproyectos ha recibido una especificación (en la que se detalla lo que deben realizar) formada por 4 apartados: Objetivos del subproyecto, Plazo de ejecución, Organización del trabajo e Instrucciones específicas. En principio el plazo máximo para entregar el material final debe ser antes de la realización del examen de Febrero de la asignatura, y con respecto a la organización

del trabajo, se ha tratado de aprovechar las ventajas que proporciona WebCT para realizar

Nombre	Equipos de trabajo	Nº
Complejidad Algorítmica	1-Apuntes 2-Ejercicios 3-Cuestionarios 4-Exámenes	8
Especificación formal	1-Apuntes 2-Ejercicios 3-Cuestionarios 4-Exámenes	8
Diseño recursivo	1-Apuntes 2-Ejercicios 3-Cuestionarios 4-Exámenes	8
Diseño iterativo	1-Apuntes 2-Ejercicios 3-Cuestionarios 4-Exámenes	8
Programa Tutor	1-Recursión directa 2-Inmersión no final 3-Inmersión final 4-Plegado /desplegado 5-Diseño iterativo	10
Trabajo 1	1-Desarrollo 2-Implementación 3-Documentos HTML	8
Trabajo 2	1-Desarrollo 2-Implementación 3-Documentos HTML	8
Trabajo 3	1-Desarrollo 2-Implementación 3-Documentos HTML	8
Trabajo 4	1-Desarrollo 2-Implementación 3-Documentos HTML	8
Trabajo 5	1-Desarrollo 2-Implementación 3-Documentos HTML	8

Tabla 3. Subproyectos planteados

trabajo colaborativo, y cuyos puntos básicos son:

1. En el entorno de la herramienta se dispone de un enlace denominado “Grupos de Trabajo” desde el cual se puede acceder a un área privada de trabajo sólo visible a los alumnos del grupo. Además se dispone de un foro también privado para el grupo, en el cual solo podrán comunicarse los miembros del mismo y el profesor.
2. Asociadas al grupo de trabajo existe 1 carpeta denominada “Resultados” en la cual se irá dejando el material que se vaya generando. Sin embargo el grupo de trabajo, da la posibilidad de crear otras carpetas a los miembros del mismo, y así como otra serie de privilegios.
3. Respecto a la organización del trabajo se debe elegir entre los integrantes del grupo un coordinador que sirva de enlace entre el grupo y el

profesor, y lleve a cabo la coordinación del mismo. Lo ideal es que el grupo se divida en subgrupos dedicados a una sola tarea. El nombre de la persona coordinadora y de los subgrupos que se formen deberá ser comunicados.

4. Respecto a los hitos del trabajo, se establecerá como entrega de resultados parciales cada viernes de cada semana, comenzando a partir del viernes 5 de Diciembre. La entrega de trabajos será virtual, debiendo dejar los materiales creados hasta ese momento en las carpetas antes comentadas.

5. Las dudas que puedan surgir se resolverán mediante el uso del foro privado o el correo electrónico disponible en el entorno de trabajo. Sin embargo si fuera necesario se podrían articular reuniones personales.

6. Un desaprovechamiento continuado o falta de resultados supondrá la finalización inmediata o expulsión del trabajo de las personas implicadas.

7. El trabajo tendrá una valoración máxima de 2 puntos. Dicha valoración será añadida a la nota que se obtenga en el examen de Febrero.

• *Usando HTML como lenguaje de estructuración de la información*([7]). Un elemento común en todos los subproyectos es el uso de HTML para estructurar y presentar la información. En este sentido se ha querido fijar unas reglas comunes a todos los subproyectos en su utilización, con el fin de obtener documentos HTML puros y lo más mantenibles posibles. Así en todas las especificaciones se ha añadido un punto donde se describen estas reglas.

4. Material teórico/práctico básico

Corresponden a los subproyectos de la Tabla 3: Complejidad algorítmica, Especificación formal, Diseño recursivo y Diseño iterativo, y tienen como objetivo crear recursos educativos autocontenidos en forma de documentos HTML sobre cada uno de los temas de que consta la materia de “Diseño de algoritmos”. Los trabajos que se realizan en cada subproyecto son:

• *Apuntes*. Escritura en formato HTML de los apuntes facilitados en clase, así como la creación de los enlaces necesarios a los materiales creados por el resto de miembros del grupo.

• *Ejercicios*. Escritura en formato HTML de los ejercicios resueltos en clase. Los ejercicios se deben escribir en documentos separados para cada uno de los subtemas que integran la materia.

• *Cuestionarios*. Confección de cuestionarios de autoevaluación de la materia en formato HTML. Cada cuestionario tendrá 20 preguntas de tipo test con respuesta única y/o múltiple sobre la materia, los cuales incluyan casillas para seleccionar y un enlace para validar que permita saber cuántas preguntas han sido acertadas, y cuantas erróneas, es decir que permita su evaluación automática.

• *Exámenes* Confección de exámenes en formato HTML, así como su resolución. En este caso los documentos estarán formados por dos partes. Un documento con el enunciado del problema a resolver, el cual tendrá enlaces en cada ejercicio, a un documento con las soluciones del examen. Cada examen constará de 10 preguntas.

El resultado final debe ser un recurso autocontenido que permita la navegación con una secuenciación y unos enlaces lógicos entre si, Figura 1. En este sentido desde los documentos HTML referidos a apuntes deberán haber enlaces a los documento de ejercicios y cuestionarios relacionados con el subtema que se esté tratando. Los enlaces a los exámenes aparecerán al final del documento de los apuntes, como forma de evaluación final del conocimiento aprendido.

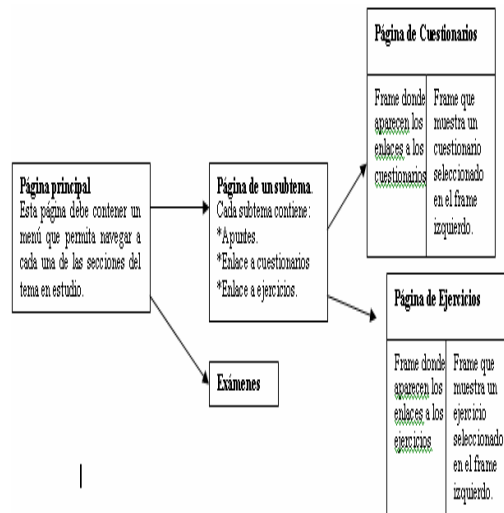


Figura 1. Esquema de navegación del recurso.

5. Problemas aplicados

Corresponde a los trabajos de la Tabla 3: Trabajo 1, Trabajo 2, Trabajo 3, Trabajo 4 y Trabajo 5, y su objetivo es generar recursos que ilustren la resolución completa de un problema del que únicamente se conoce el enunciado. El trabajo se reparte en 3 grupos:

- Grupo de desarrollo. Usando las técnicas explicadas en clase debe:
 1. Especificar una función que resuelva el problema planteado.
 2. Diseñar y verificar formalmente una función recursiva no final.
 3. Transformar el algoritmo derivado en otro recursivo final mediante la técnica de plegado y desplegado.
 4. Diseñar formalmente un algoritmo iterativo que resuelva el problema.
 5. Transformación de la función recursiva final obtenida en una función iterativa.
- Grupo de implementación. Debe implementar un programa que permita ejecutar las implementaciones de las funciones derivadas sobre casos de prueba facilitados por el usuario así como realizar diferentes estudios empíricos del coste de las funciones. Los resultados de las diferentes posibles ejecuciones deberán escribirse sobre un fichero de salida. Además el programa debe ir documentado, usando la especificación obtenida en el diseño formal.
- Grupo de documentos HTML. Debe transformar los resultados obtenidos en un recurso educativo:
 1. *Escribir los desarrollos realizados en forma de documentos HTML.* Cada uno de los documentos debe ser navegable, es decir deben tener enlaces que permitan ver los distintos desarrollos, así como las explicaciones de cómo se han llegado a estos desarrollos.
 2. *Escribir una interfaz principal en HTML que permita navegar por los documentos realizados y que permita ejecutar un applet de Java con el programa implementado.* Con el fin de conseguir un material autocontenido, los documentos deberán tener una secuenciación y unos enlaces lógicos entre si.

6. Programa tutor o de ayuda al estudio.

El objetivo de este trabajo es la creación de un programa que actúe como un tutor artificial con

cierta inteligencia que ayude al alumno a comprender los pasos que tienen que dar para poder diseñar un algoritmo. Los requisitos principales de la herramienta son:

- *Interfaz principal.* La herramienta debe disponer de una interfaz principal desde la cual se permita al usuario seleccionar entre las siguientes posibilidades: Crear nueva función., Cargar función de archivo o Salir.
- *Crear una nueva función.* Esta opción debe enviar a una nueva página Web la cual ofrezca la posibilidad de ser auxiliado por el sistema en la acción elegida: Insertar enunciado del problema, Insertar especificación inicial de función, Diseño recursivo directo, Diseño recursivo por inmersión final, Diseño recursivo por inmersión no final, Diseño recursivo final mediante plegado y desplegado, Diseño iterativo o Volver a menú principal.
- *Cargar una función de archivo.* Esta opción debe permitir al usuario cargar desde un fichero una función para procesar por el sistema.
- *Salir.* Esta opción debe permitir al usuario finalizar la aplicación.

El recurso se está realizando con PHP, para facilitar su implantación en un entorno Web, y con soporte sobre una base de datos MYSQL.

7. Conclusiones.

Las conclusiones obtenidas tras la realización de los trabajos son:

- *Respecto a sus conocimientos.* En general los alumnos nunca habían hecho una página Web, y sus conocimientos de HTML eran rudimentarios. Aquellos alumnos que conocían algo de HTML, en muy pocos casos habían usado una herramienta de ayuda para la generación de páginas Web tal como FrontPage. Ningún alumno había programado antes en PHP, y sólo algunos conocían de su existencia. Ningún alumno había configurado antes un servidor Apache, ni una base de datos MySQL, y muy pocos alumnos conocían JavaScript. Como resultado de esta experiencia los alumnos han entrado en contacto con un conjunto de herramientas (que de forma habitual en las facultades se enseñan dentro del contexto de pequeños ejercicios o prácticas) de una forma singular (en el contexto de una situación real en la que tienen que dar respuesta a un conjunto de necesidades que requiere su trabajo).

- *Mayor motivación del alumnado con respecto a la asignatura*, debido al “premio” de 2 puntos que pueden obtener, y a las nuevas herramientas que están aprendiendo.
- *Aprendizaje de los contenidos de la asignatura*. Para poder realizar el trabajo que se les pide deben comprender la materia de forma que acaban aprendiéndola. Una vez realizados los exámenes de Febrero se ha constatado dos realidades, por una parte un número bastante aceptable de alumnos han aprobado la asignatura, y por otra parte la forma de superar los exámenes ha sido con conocimiento de la asignatura reflejado en las altas notas que han obtenido algunos alumnos.
- *Respecto a su motivación*. En este aspecto hay que comentar que la motivación del alumnado por la asignatura ha aumentado. Por ello se ha puesto en marcha una segunda fase de trabajos para este segundo parcial con una participación igual de mayoritaria de los alumnos. También destacar el hecho significativo de la aparición de iniciativas propias de algunos de los alumnos para mejorar la asignatura. En concreto ha habido algunos alumnos que han creado en formato electrónico sus propios apuntes de la asignatura, poniéndolos en el entorno de trabajo a disposición del resto de compañeros.
- *Facilidad de WebCT para el trabajo colaborativo*. al disponer de herramientas de comunicación que permiten a los alumnos con la única condición de tener conexión a Internet poder trabajar donde deseen y de forma coordinada: almacenamiento de los resultados obtenidos en carpetas comunes al equipo, envío de emails internos, planteamiento de preguntas en un foro privado, e interacción directa usando la pizarra virtual, o una sesión de chat.
- *Aumento de la carga de trabajo del profesor* debido al trabajo de responder a las preguntas que se plantean en los foros, revisión de los trabajos y reunión semanal con el jefe de cada subproyecto, y al auxilio técnico a los alumnos en el uso de las nuevas herramientas.
- *Extensión a otras asignaturas*. Cuando finalice el curso en base a los resultados finales habrá que meditar si en términos generales ésta forma de trabajar comporta más ventajas que desventajas, y si podría ser extendida su aplicación a otras asignaturas similares dentro del plan de estudios. Así como analizar que fallos se han tenido y porqué, para tratar de mejorar en el futuro.

- *Transformación en objetos de aprendizaje*. Los recursos podrían etiquetarse y empaquetarse de acuerdo a los estándares educativos y transformarse en objetos de aprendizaje reusables.

Referencias

- [1] Ian Sommerville.(2002). Ingeniería del Software. Addison Wesley.
- [2] Marcelo C.,Puente D.,Ballester M.A., Palazón A.(2001).”ELearning Teleformación. Diseño, Desarrollo y Evaluación de la formación a través de Internet”. Gestión2000.
- [3] Marra, R. M. y Jonassen, D.H(2001). “Limitations of online courses for supporting constructive learning. Quarterly Review of Distance Education”, University of Cambridge. 302-317.
- [4] McFarlane, A.(2001).”El aprendizaje y las tecnologías de la información.Santillana.
- [5] Peña R., (2001).”Diseño de Programas”, Prentice Hall.
- [6] Schank, R.C.(1990). “Teaching architectures”. Technical Report. Northwestern University.
- [7] Sugrue, B. (2000). “Cognitive approaches to Web-based Instruction”. En Lajoie, S. P: Computers as cognitive tools. Vol. II. Hillsdale:Erlbaum
- [8] Tao, P.K. y Gunstone, R.F.(1999). “Conceptual change in science learning through collaborative learning at the computer.” International journal of Science Education,21,39-57.
- [9] Taylor,R(1980)“The computer in the school:Tutor,tool,tutee”. Teachers College Press.