

Propuesta metodológica para la mejora de la calidad y la excelencia de la educación superior en informática mediante el fomento del trabajo en equipo

José María Gutiérrez, Javier Macías, José Ramón Hilera, José Antonio Gutiérrez
Dept. Ciencias de la Computación
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares MADRID
e-mail: {josem.gutierrez, javier.macias, jose.hilera, jantonio.gutierrez}@uah.es

Resumen

Se presentan las ideas exploradas y aplicadas y los resultados obtenidos durante el curso 2001/02 con la intención de fomentar el trabajo en equipo entre los estudiantes de primero de Ingeniería en Informática de la Universidad de Alcalá (UA). El campo de trabajo elegido ha sido el de las asignaturas de Laboratorio de Programación, dado su carácter eminentemente práctico que permite el trabajo en equipo como forma natural de desarrollo.

1. Motivación

Tradicionalmente se han observado deficiencias en el rendimiento, comportamiento y actitud de los alumnos de Ingeniería en general, y de Informática en particular, en cuanto al trabajo en equipo.

Es posible clasificar los problemas observados en dos grupos: por un lado tendríamos problemas puramente *logísticos* y, por otro, problemas de actitud. En concreto, se han detectado los siguientes problemas causantes de las deficiencias en el trabajo en equipo del alumnado:

- Problemas de distanciamiento físico del lugar de residencia durante el curso de los estudiantes y el centro. En nuestro caso, los alumnos proceden de distintos lugares de residencia, alejados entre sí, y estos alumnos se desplazan diariamente a la Universidad reali-

zando trayectos que superan la hora de duración en algunos casos. Esto es debido a que la Universidad se encuentra en la Comunidad de Madrid, donde es relativamente frecuente que las personas se desplacen a sus centros de trabajo o estudio a través de largas distancias. Además, la situación geográfica, periférica respecto a la Comunidad de Madrid, y casi en la de Castilla-La Mancha, la convierte en la Universidad para los alumnos de Guadalajara. Esto hace que alumnos que comparan clase puedan vivir a 100 Km de distancia.

- Problemas de falta de espacio destinado al trabajo en equipo de los alumnos. En el Edificio Politécnico de la UA, los lugares destinados al trabajo de los alumnos son la biblioteca [2], los laboratorios [3] y los corredores [4]. En la biblioteca no se puede realizar trabajo en común, ya que las normas necesarias de silencio no lo permiten, estando destinada más bien al estudio personal y la consulta de bibliografía. Los laboratorios están ocupados permanentemente por clases y no tienen horario de apertura libre para que los alumnos desarrollen su trabajo. Por último tenemos los corredores que, en el Edificio Politécnico, ocupan gran cantidad de espacio y están concebidos como una zona de encuentro para los alumnos, con bancos y mesas grandes y móviles, pero sin ningún material adicional de tipo técnico. Este es el único lugar del edificio en el que se puede realizar trabajo en equipo pero, por motivos obvios, no es el más recomendable y su uso no está muy extendido, aunque en ocasiones se pue-

den encontrar, en las zonas más tranquilas, grupos de alumnos con ordenadores portátiles realizando trabajos.

- Otra circunstancia que dificulta el trabajo en equipo es que las prácticas que se plantean en los laboratorios son suficientemente cortas, en el primer curso, para poder ser realizadas por un solo alumno. De hecho, es común que los alumnos formen equipos estables para los laboratorios de todas las asignaturas y se repartan el conjunto de las prácticas para realizarlas de forma individual. Con esto se consigue que los alumnos realicen trabajo en colaboración pero, por otro lado, este tipo de reparto es indeseable en la enseñanza puesto que es equivalente a que cursen sólo la mitad de las asignaturas cada uno. Esto no es lo que se pretende, dado que la unidad de desarrollo de trabajo en común debe ser la asignatura y no el conjunto de las asignaturas del curso.
- Por otro lado, tenemos el hecho de que las prácticas no se diseñan pensando en la realización en equipo, de forma que resultara evidente la posibilidad de repartir el trabajo. Tan sólo se crean prácticas de tamaño medio para que parezca necesario realizarlas por más de una persona y se deja en manos del alumno la decisión del reparto o colaboración. Esto es contraproducente, especialmente en los primeros cursos en los que los alumnos no están acostumbrados a tomar ningún tipo de decisión y al final el método de trabajo que aplican es sentarse los dos a la vez y que uno trabaje y el otro observe.
- Por último, tenemos la actitud que presentan los alumnos desde hace años en relación a sus compañeros. Esta relación se basa en una competición continua en lugar de una colaboración [1], lo que es totalmente contrario al trabajo en equipo.

Ante estas dificultades, debemos dedicar una atención especial al trabajo en equipo, ya que es uno de los objetivos generales que se persigue en estas titulaciones. Un Ingeniero en Informática debe trabajar en equipo, y es misión de la Universidad prepararlo para ello. Esto redundará en un aumento de la calidad y la excelencia de la educación del alumno, que es uno de los objetivos perseguidos por la LOU [6].

2. Objetivos

Dada esta situación, se plantea el objetivo de fomentar el trabajo en equipo entre los alumnos. Este objetivo general, particularizado al contexto en el que nos encontramos, se concreta en los siguientes objetivos más detallados:

- Iniciar desde el primer cuatrimestre del primer curso la transmisión a los alumnos de las técnicas del trabajo en equipo. Se usará para ello la asignatura de Laboratorio de Fundamentos de la Programación [7] por ser la que está más directamente relacionada con el trabajo que en su futuro profesional desarrollará en equipo.
- Conseguir que el alumno experimente la necesidad y descubra la utilidad del trabajo en equipo. Esto incluye la toma de conciencia de que en el trabajo en equipo es posible obtener un resultado mayor que la propia suma de las partes implicadas (*sinergia*). Para lograrlo, será imprescindible que el alumno aprenda, utilice y perfeccione las técnicas básicas del trabajo en equipo [5].
- Fomentar explícitamente el trabajo en equipo durante las horas de clase de laboratorio mediante ejercicios especialmente diseñados para ello.
- Facilitar el acceso de los alumnos a nuevas tecnologías basadas en Internet que permitan la colaboración y el trabajo en equipo a distancia.

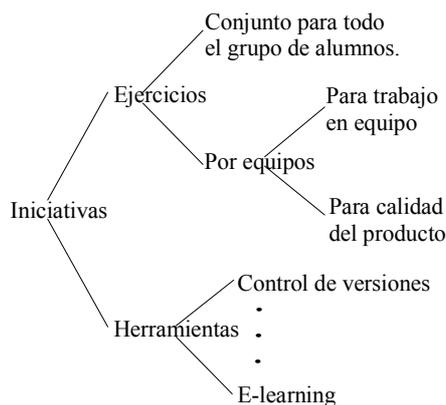


Figura 1. Diagrama de iniciativas

3. Líneas de Trabajo

Con los objetivos planteados, se han estudiado dos líneas de trabajo. Por un lado se han desarrollado ejercicios para descubrir en el alumno la necesidad y la utilidad del trabajo en equipo y, por otro, se ha trabajado en posibles herramientas de colaboración a través de Internet como pueden ser los servicios de directorio avanzados o los sistemas de control de versiones distribuidos (Figura 1). También se ha considerado la posibilidad de utilizar herramientas de e-learning como tecnología de soporte que permitiera atacar el problema de la falta de espacio físico dedicado específicamente para el trabajo de colaboración, mediante la creación de un espacio de trabajo *virtual*.

De estas dos líneas de trabajo, en el momento actual, se ha empezado a trabajar en la primera (ejercicios), y se han planteado dos posibilidades:

- a) Desarrollar un ejercicio común para la globalidad del grupo de laboratorio en el cual cada alumno o equipo tenga una misión concreta (Figura 2).

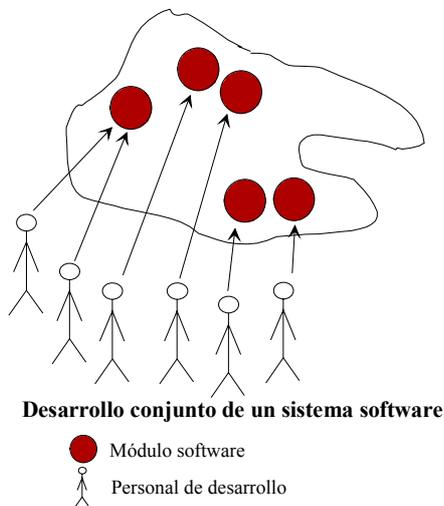


Figura 2. Esquema de un desarrollo en equipo

- b) Crear una serie de ejercicios sencillos, distribuidos en varias sesiones, que requieran la colaboración (Figura 3).

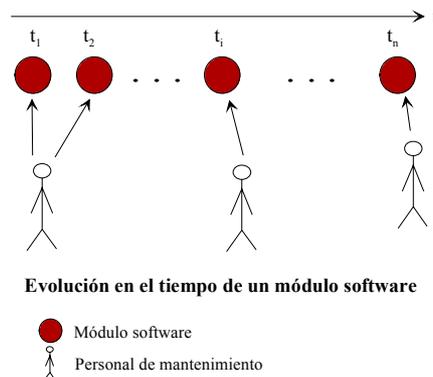


Figura 3. Esquema del mantenimiento de un módulo

La primera de las opciones plantea una serie importante de inconvenientes en el contexto en el que nos encontramos. Uno de ellos es la dificultad de implicar a los alumnos en un proyecto de esta envergadura en un laboratorio de primer curso debido a que acusan una importante falta de iniciativa, además de no estar asentada aún la relación de compañerismo, que con el tiempo se deberá desarrollar entre ellos, dado el poco tiempo que han trabajado aún juntos. Esta falta de relación hace difícil que tomen responsabilidades compartidas en un trabajo conjunto de esta magnitud. Otro obstáculo se debe a que completar el desarrollo de la aplicación precisará de la participación y el compromiso de todos los alumnos, cuestión que no es fácil de lograr teniendo en cuenta que aquellos alumnos que no tengan suficiente interés en la asignatura o que por alguna razón tengan que abandonarla, no aportarán su parte del trabajo, por lo que no se podría completar el sistema en su totalidad. Nótese que el hecho de no terminar el sistema sería una causa importante de insatisfacción entre los alumnos del grupo de laboratorio que sí hayan trabajado y entregado su parte. Estos inconvenientes, junto con el hecho de que el alumno en primero aún no posee, en general, suficientes conocimientos en programación, hacen casi inviable un proyecto de gran envergadura de desarrollo conjunto.

Debido a todo lo dicho, nos hemos decidido por la segunda opción (ejercicios de colaboración) y la hemos desarrollado de la forma que se explica en el siguiente apartado.

4. Ejercicios de colaboración

Tal y como se ha dicho, el objetivo de esta actividad consisten en lograr que los alumnos descubran la necesidad y ventajas del trabajo en equipo. Para ello, se utilizarán ejercicios en los cuales se enfrenten a un problema en el que deben trabajar juntos como requisito solicitado en el propio enunciado de los mismos. Conseguir que surja en los alumnos la necesidad de trabajar juntos, cuando no están acostumbrados a ello, puede ser muy difícil, por lo que es necesario que el enunciado les obligue expresamente a utilizar el trabajo en equipo.

Para conseguir el objetivo marcado, se plantean una serie de metas, un orden temporal para su consecución y un conjunto de ejercicios como medio para alcanzarlas, tal y como se desarrolla a continuación:

- Primera meta: mostrar a los alumnos los beneficios de rendimiento que se obtienen al utilizar el trabajo en equipo. Se planteará un ejercicio en el que se estipulará una serie de apartados de realización común y otros de realización separada. El tiempo de desarrollo estará limitado de forma que no sea posible terminar el ejercicio por separado; la colaboración será imprescindible. El ejercicio consistirá en un programa en Pascal, se deberá realizar en equipo, y será de sencilla realización, aportando el enunciado del mismo el diseño donde quedará patente los subprogramas a realizar y los datos a manipular, y encauzando totalmente las acciones de los alumnos. El programa debe ser sencillo para que los alumnos no tengan ningún problema en su desarrollo y así lo perciban en primera instancia, pero también que les permita darse cuenta de que no les será posible realizarlo por separado. Sin el trabajo de todos, el ejercicio no se podrá completar a tiempo. El tiempo para este ejercicio debe ser de 2 horas, el equivalente a una sesión completa de laboratorio.
- Segunda meta: hacer patente a los alumnos la necesidad de realizar un desarrollo de calidad cuando se trabaja en equipo, de forma que el cliente de nuestro producto (que en este caso será un compañero del equipo, esto es, un cliente interno) pueda continuar el desarrollo

de dicho producto de una forma satisfactoria. Se establece un ejercicio de dos partes que obliguen a colaborar a los alumnos. Esto se conseguirá haciendo que la segunda parte precise de los resultados de la primera para su realización. Los alumnos realizarán este ejercicio agrupados según los mismos equipos que hayan formado para la realización de la práctica de evaluación de la asignatura, para que tengan una cierta confianza entre ellos. Los alumnos podrán producir, como resultado de su trabajo, tanto el código propiamente dicho como la documentación interna y externa que deseen. El enunciado de la segunda parte será desconocido hasta que se dé por terminada la primera, de manera que los alumnos trabajen tal y como lo hagan normalmente. Todos los alumnos recibirán el enunciado de la primera parte y tendrán un tiempo para realizarlo en torno a los 30 minutos, tiempo que se concretará en el enunciado y que dependerá del grado de dificultad del mismo. Terminado el primer ejercicio, los alumnos intercambiarán sus puestos de trabajo de forma que, en el nuevo puesto, sólo dispongan del código del compañero y la documentación que éste le haya dejado. Para la realización del segundo ejercicio se establecerá un tiempo superior al primero sin llegar al doble. Este tiempo será de unos 50 minutos. Todo el desarrollo del ejercicio debe poder completarse durante una sesión de laboratorio de dos horas. El tamaño de los dos ejercicios será similar, pero el tiempo para su realización distinto, debido a que en el segundo ejercicio los alumnos deben analizar primero lo que su compañero ha escrito.

- Tercera meta: asentar los conocimientos adquiridos sobre el trabajo en equipo. Para ello se repetirá el primer ejercicio, habiendo permitido a los alumnos pensar estrategias con las que afrontar un ejercicio de estas características. Para facilitar esto, el profesor debe realizar comentarios de técnicas e ideas que orienten a los alumnos pero dejando a su iniciativa la forma de afrontar el problema basándose en la experiencia de los ejercicios anteriores.

Es conveniente realizar los ejercicios en tres sesiones de laboratorio cercanas a la finalización

del cuatrimestre, para no entorpecer el desarrollo habitual de contenidos de la asignatura y para permitir que los alumnos tengan un nivel de conocimiento aceptable. También existe la posibilidad de utilizar un horario fuera del horario de laboratorio, e incluso realizar los ejercicios como actividad no obligatoria, pero esta última posibilidad parece poco recomendable según la actitud que muestran últimamente los alumnos.

4.1. Ejercicios realizados.

En el presente año lectivo sólo se ha efectuado el segundo de los ejercicios planteados (el correspondiente a la segunda meta), ya que su preparación y realización es más sencilla. Su desarrollo tuvo lugar en la asignatura de Laboratorio Fundamentos de Programación de primero de Ingeniería Técnica de Informática.

Tal y como se dijo, este ejercicio tiene dos partes, que denominaremos primer (Figura 4) y segundo ejercicio (Figura 5). En cada uno de ellos se encuentran varias secciones separadas, dedicadas a las normas del ejercicio, los datos de identificación del alumno y el enunciado del ejercicio propiamente dicho.

Universidad de Alcalá de Henares

FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN

EJERCICIO SIMULADO

Normas del Ejercicio:

- Duración del ejercicio: 30 minutos.
- Se respaldan los resultados obtenidos en cualquier momento de ejecución de los programas.
- El programa se ejecutará en un entorno de desarrollo de software y procesamiento de datos que se indica en el enunciado y en el código fuente.
- Se creará un fichero de datos con el nombre que se indica en el enunciado.

ALUMNO: DNI:

Enunciado:

1. Realizar un programa en Turbo Pascal que contenga:

- La función llamada *Introducir* que pide al usuario cadenas hasta que este introduce una serie de caracteres numéricos y esta cadena es devuelta como resultado de la función.
- El procedimiento llamado *Modificar* que recibe 1 vector de 10 cadenas y las modifica añadiendo a cada una de ellas en la tapadera su longitud.
Ej: "Hola" → "4Hola"

El programa principal llamará *Introducir* para llenar un vector de 10 cadenas que luego pasará a *Modificar*.

Fundamentos de la Programación 1001-1002

Figura 4. Primer ejercicio

Universidad de Alcalá de Henares

FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN

EJERCICIO SIMULADO - PARTE II

Normas del Ejercicio:

- Duración del ejercicio: 30 minutos.
- Se respaldan los resultados obtenidos en cualquier momento de ejecución de los programas.
- El programa se ejecutará en un entorno de desarrollo de software y procesamiento de datos que se indica en el enunciado y en el código fuente.
- Se creará un fichero de datos con el nombre que se indica en el enunciado.

ALUMNO: DNI:

Enunciado:

2. Modificar el programa realizado por un compañero para:

- Usar 10 cadenas.
- Leer cadenas que tengan como mínimo un carácter numérico.
- Añadir un procedimiento *Exibir* que presenta en pantalla las cadenas.
- Modificar el procedimiento *Modificar* para que añada un espacio entre el número y la cadena original y añada al final la longitud también, separada por espacio.
Ejemplo: "Hola" → "4 Hola 4"

Fundamentos de la Programación 1001-1002

Figura 5. Segundo ejercicio

En las normas de los ejercicios se especifican todas las instrucciones y recomendaciones para su realización, tales como el tiempo del que disponen para su elaboración. El primer ejercicio tiene la apariencia de un ejercicio simple y breve, y es en el segundo donde se especifica la necesidad de utilizar los resultados del primero.

En las normas también se hace hincapié en la necesidad de seguir las recomendaciones de programación establecidas en clase, entre las cuales se encuentran todas las referidas a la necesidad de calidad en la documentación que acompaña a los ficheros fuente de toda implementación.

4.2. La organización y el grupo

El grupo de laboratorio típico sobre el que se va a trabajar está formado por un número de alumnos de 20 a 25 como norma. Debido a las fechas sobre el calendario lectivo en las que se planea el ejercicio, ya están formados los equipos de realización de prácticas, con dos alumnos por equipo, lo que da un total de 12 equipos. De estos equipos, por diversos motivos, hemos encontrado que de media asisten unos 8 a la realización de las pruebas.

Suponiendo un grupo de laboratorio compuesto de 8 equipos de dos alumnos y la disposición típica de los laboratorios en la Escuela Politécnica de la UA, los distribuimos como se muestra en la Figura 6. Dado que hay dos filas con ordenadores, los componentes de cada equipo se situarán de forma que queden en la misma columna, es decir, uno detrás de otro. Una vez colocados según esta disposición, resulta muy sencillo el intercambio de ejercicios entre ellos, ya que basta con que intercambien las posiciones en las que se encuentran sentados.

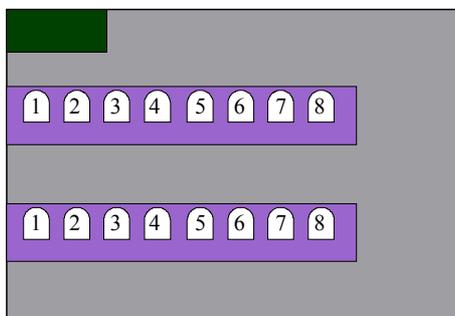


Figura 6. Disposición de los equipos en el laboratorio

4.2. El tiempo para los ejercicios

El tiempo para cada uno de estos ejercicios va a ser función del tiempo total disponible, que en nuestro caso es de 2 horas.

En primer lugar debemos tener en cuenta los 5 minutos necesarios para organizar a los alumnos según la disposición mostrada en la figura 3, que es necesaria para facilitar los pasos posteriores.

También tenemos que añadir 5 minutos más para cada vez que tengamos que recoger los resultados de los alumnos en los discos (a efectos de realizar su análisis posteriormente), lo cual nos da un total de otros 10 minutos.

Además habrá que contar con 10 minutos adicionales para realizar el cambio de puestos según está establecido y para que los alumnos reaccionen ante la novedosa situación planteada.

Estos tiempos suman un total de 25 minutos, y aunque puedan parecer a primera vista excesivos para un grupo tan pequeño, no lo son, puesto que siempre surgen todo tipo de pequeños problemas

con un disco que falla, un alumno que no acaba de comprender las normas, etc.

El tiempo neto que nos resta es de 1 hora y 35 minutos para realizar el resto de las tareas. Como ya planteamos antes, es necesario más tiempo para el segundo enunciado. En concreto, se planteó tiempos de 30 y 50 minutos. Si sumamos ambos tiempos, vemos que el resultado, 1 hora y 20 minutos, nos deja aún 15 minutos de *colchón* para enfrentarnos a posibles problemas adicionales.

4.3. Los enunciados

Los enunciados (figuras 7 y 8) que se han utilizado plantean ejercicios sencillos utilizando el lenguaje Pascal, que es el lenguaje usado en los laboratorios de programación en el primer año de estudios de Informática en la UA.

1. Realizar un programa en Pascal que contenga:
 - a. 1 función llamada *leestad* que pide al usuario cadenas hasta que este introduce una sin caracteres numéricos y esta cadena es devuelta como resultado de la función.
 - b. 1 Procedimiento llamado *ariadlLong* que recibe 1 vector de 10 cadenas y las modifica añadiendo a cada una de ellas en la izquierda su longitud.
Ej. "hdá" -> "4hdá"

El programa principal usará *leestad* para llenar un vector de 10 cadenas que luego pasa a *ariadlLong*

Figura 7. Enunciado del primer ejercicio

2. Modificar el programa realizado por un compañero para:
 - c. Usar 15 cadenas
 - d. Leer cadenas que tengan como mínimo un carácter numérico.
 - e. Añadir un procedimiento *esrad* que presenta en pantalla las cadenas
 - f. Modificar el procedimiento *ariadlLong* para que inserte un espacio entre el número y la cadena original y añada al final la longitud también separada por espacio.
Ejemplo: "hdá" -> "4hdá4"

Figura 8. Enunciado del segundo ejercicio

Como se puede apreciar en los enunciados, los ejercicios a resolver son muy simples, no pudiendo ser de otra forma debido al tiempo limitado existente para la realización de la actividad.

4.4. Tendencias observadas

Como se esperaba, los alumnos se encontraron en el segundo ejercicio con una ardua tarea, debido fundamentalmente a que:

- En ningún caso el primer ejercicio tenía comentarios, ni tan siquiera uno, lo cual es significativo puesto que éste es un asunto que casi desde el primer día recibe una atención muy especial en las asignaturas de programación en su conjunto.
- Tampoco había ni una sola línea de documentación en papel, ni siquiera unos garabatos con las intenciones de implementación.

En cambio sí había aspectos positivos como que:

- Se pudo observar un correcto sangrado del código y unos programas bien estructurados, debido en parte a lo detallado del enunciado en cuanto a la descomposición en subprogramas.
- Se utilizaron líneas de separación entre partes diferentes del programa que aportaban claridad al código.
- Se usaron nombres significativos para los identificadores de los diversos elementos del programa, destacando un caso extremo con un identificador de más de veinte letras.
- Las definiciones de los tipos de datos se realizaron correctamente.
- No se utilizaron variables globales, tal y como se había indicado durante las clases.

5. Conclusión

Aunque los resultados obtenidos no son suficientes para realizar valoraciones estadísticas, apoyan la necesidad de utilizar prácticas que enseñen y fomenten el trabajo en equipo entre los alumnos. Esto supone un cambio en la orientación de las prácticas tradicionalmente propuestas, que debe ir

acompañado de la enseñanza de los métodos y técnicas básicas del trabajo en equipo.

Es destacable que los alumnos demostraron gran interés ante esta iniciativa una vez realizado el ejercicio y se interesaron por la forma de mejorar sus resultados en pruebas similares. Esto nos plantea la necesidad de preparar un conjunto de recomendaciones de acciones correctivas que se suministraría al alumno una vez finalizada la prueba. En estas recomendaciones se enumerarían los problemas que se habrá encontrado en la prueba y las posibles acciones para mejorar sus resultados. Dichas recomendaciones, que son ignoradas frecuentemente por el alumno cuando se exponen de una forma teórica, serán atendidas y aprendidas cuando el alumno se ha enfrentado a experiencias como las aquí presentadas, ya que ha podido comprobar por sí mismo la necesidad real de su utilización.

Además, hemos hallado un beneficio adicional no previsto de estas actividades, y es que permite a los alumnos enfrentarse a un ejercicio similar (aunque más sencillo) y en unas condiciones parecidas a las que se encontrará en el examen real de la asignatura. Esto hace que el alumno pueda autoevaluar sus conocimientos y tomar, si lo creyera necesario, las medidas que estime convenientes para poder afrontar con garantías de éxito el examen real.

6. Futuras líneas de trabajo

Dado lo positivo de los resultados obtenidos, se tiene previsto preparar los ejercicios de colaboración restantes, de forma que se puedan alcanzar todas las metas aquí presentadas.

Se desea también extender estos ejercicios de colaboración a todos los grupos de primero en los dos cuatrimestres y realizar valoraciones estadísticas, para lo cual se necesitará apoyo de varios profesores de otras asignaturas. Con estas valoraciones, se podría profundizar más en el estudio y planear acciones de mayor alcance.

Si los resultados fueran satisfactorios, se realizarían también, mediante trabajo en equipo, sistemas software completos. Éstos serían realizados por alumnos de segundo o tercer curso, una vez que dichos alumnos hayan adquirido y perfeccionado las destrezas y conocimientos necesarios para este tipo de trabajo.

Referencias

- [1] Kris Bosworth. *Developing Collaborative Skills in College Students*. New Directions for Teaching and Learning, no. 59, Jossey-Bass, 1994.
- [2] Fotografía de la Biblioteca de la Escuela Politécnica de la UA: <http://www2.uah.es/escuelapolitecnica/Album/foto29.htm>.
- [3] Fotografía de un laboratorio de la Escuela Politécnica de la UA: <http://www2.uah.es/escuelapolitecnica/Album/foto26.htm>.
- [4] Fotografía de un corredor de la Escuela Politécnica de la UA: <http://www2.uah.es/escuelapolitecnica/Album/foto12.htm>.
- [5] Jon Katzenbach y Douglas Smith. *The wisdom of teams*. Harvard Business School Press. Boston, 1993.
- [6] LOU. BOE núm. 309, de 26 de diciembre de 2001, págs. 49400-49425.
- [7] Tabla de asignaturas de Ingeniería Técnica Informática de la UA: <http://www2.uah.es/escuelapolitecnica/Titulaciones/pdf/TablaInfGestion.pdf>