

Cómo congeniar los exámenes y los proyectos en asignaturas PBL¹

Pablo del Canto, Isabel Gallego, Rubén Hidalgo, Johann López, José Manuel López,
Javier Mora, Eva Rodríguez, Eduard Santamaria, Miguel Valero

Departamento de Arquitectura de Computadores, Escola Politècnica Superior de Castelldefels
Universitat Politècnica de Catalunya

Av. del Canal Olímpic, s/n. Castelldefels (08860)

pcanto@ac.upc.edu, isabel@ac.upc.edu, rhidalgo@ac.upc.edu, johannnl@ac.upc.edu, jolopez@ac.upc.edu,
mora@cimne.upc.edu, evar@ac.upc.edu, esantama@ac.upc.edu, miguel.valero@upc.edu

Resumen

La ponencia describe un nuevo método de evaluación para asignaturas diseñadas siguiendo la metodología del aprendizaje basado en proyectos (PBL). En asignaturas PBL con frecuencia los alumnos nos sorprenden con sus proyectos, pero nos decepcionan con sus exámenes. El método de evaluación que proponemos pretende que exámenes y proyectos coexistan de forma armoniosa en asignaturas PBL. Para ello, proponemos que uno los elementos del método de evaluación sean las pruebas de mínimos en vez de los exámenes tradicionales. En las pruebas de mínimos los alumnos han de demostrar que han adquirido unos ciertos conocimientos mínimos que han sido definidos a partir de los objetivos mínimos de aprendizaje que se han de alcanzar en la asignatura.

1. Introducción

En esta ponencia se describe un nuevo método de evaluación para la asignatura de Introducción a los Computadores (IC) [1], destinada al aprendizaje de la programación de ordenadores, de las titulaciones de Ingeniería Técnica de Telecomunicación e Ingeniería Técnica Aeronáutica que se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels [2] de la Universidad Politécnica de Cataluña.

La asignatura IC ha sido adaptada al sistema de crédito europeo (ECTS) y ahora tiene asignados 4.6 ECTS lo que implica unas 128 horas de dedicación total de los alumnos, distribuidas a lo largo de 16 semanas. Por tanto, la dedicación del alumno es de unas 8 horas por semana. De estas 8 horas de trabajo semanal, 2 corresponden a una sesión de clase y el resto son horas de trabajo adicional fuera de clase, para

realizar tareas individuales o en grupo. Algunas semanas la sesión de clase tiene 4 horas y fuera de clase los alumnos deben dedicar otras 4 para completar las 8 semanales.

La asignatura IC, que se imparte el primer cuatrimestre del primer curso del plan de estudios, representa para los alumnos un primer contacto con el mundo de la programación de ordenadores. El objetivo de esta asignatura es que los estudiantes aprendan a construir programas sencillos utilizando el lenguaje de programación C. Las actividades que se realizan en esta asignatura durante la primera mitad del curso están destinadas a adquirir los conocimientos elementales que permitirán realizar programas sencillos. En la segunda mitad del curso, se realiza un proyecto, que consiste en diseñar e implementar un programa de tamaño medio, en grupo, que deberá funcionar perfectamente al final del curso. En realidad, durante esta segunda mitad del curso se continúan haciendo actividades similares a las de la primera mitad del curso, pero la novedad importante es ahora los alumnos deben aplicar lo que aprenden al proyecto de programación, de acuerdo con los compañeros del grupo.

Los alumnos en general se sienten motivados por los proyectos que les proponemos, y al estar diseñados de forma que pueden añadir funcionalidades adicionales, muchos grupos realizan proyectos brillantes. Pero cuando han de realizar un examen tradicional, los resultados no han sido tan buenos como hubiéramos esperado en función de los proyectos que han realizado. Esta situación nos desconcierta ya que la realización del proyecto es un medio para que aprendan, y sus resultados se tendrían que ver reflejados en los resultados de los exámenes. Sin embargo, un análisis más detallado de la cuestión pone de manifiesto que la realización de un proyecto no es

¹ Este trabajo ha sido realizado con la ayuda del Departamento de Arquitectura de Computadores y de la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels

la mejor manera de preparar un examen final tradicional y viceversa, un examen final no es la mejor manera de evaluar todo lo aprendido en la realización de un proyecto. Por tanto, los proyectos y los exámenes tradicionales conviven mal en nuestras asignaturas. De hecho, este problema se observa de forma habitual en otros escenarios PBL [3] en los que los alumnos nos sorprenden con sus proyectos, pero nos decepcionan con sus exámenes [4].

En esta ponencia se discuten diferentes métodos de evaluación para que los exámenes y los proyectos convivan de forma equilibrada, sin molestarse, en asignaturas diseñadas siguiendo la metodología del PBL.

2. Proyectos y exámenes en una asignatura de programación

En esta sección presentamos las diferentes alternativas que nos planteamos para congeniar exámenes y proyectos en asignaturas PBL. Las tres opciones que nos planteamos fueron suprimir los exámenes; exigir una nota mínima en el examen tradicional o que el examen estuviera basado en los conocimientos mínimos.

La primera opción que consideramos fue la de no realizar el examen. Estamos tan convencidos de que la realización adecuada de los proyectos conduce a los alumnos inexorablemente al aprendizaje que no es necesario verificar ese aprendizaje a través de un examen, que por otra parte parece que no es el instrumento más adecuado. De hecho, el examen tradicional es un instrumento casi exclusivo del entorno académico, que poco tiene que ver con el entorno profesional para el que preparamos a nuestros alumnos.

Esta opción se descartó porque no nos da elementos de juicio para asegurar que todos los miembros del grupo han alcanzado un aprendizaje mínimo. Es evidente que el hecho de que un proyecto en grupo esté muy bien no garantiza que todos los miembros del grupo hayan trabajado y aprendido lo suficiente.

La segunda opción consistía en seguir realizando exámenes convencionales pero fijando una nota mínima, lógicamente inferior a 5, que los alumnos tendrían que superar en los exámenes para aprobar la asignatura. Esta opción ha sido aplicada en muchas ocasiones a asignaturas que combinan trabajos o proyectos con exámenes. El

método de evaluación para estas asignaturas consiste en dar un peso en la nota final a los trabajos y al examen, fijando una nota mínima para cada una de estas dos partes. La decisión sobre cuál debe ser la nota mínima produce siempre una cierta tensión entre alumnos, profesores y responsables académicos. Lo habitual es que esa nota mínima acabe situándose entre el 3,5 y el 4.

Lo cierto es que cuando se aplica este método de evaluación, si el alumno aprueba la asignatura gracias a la nota del proyecto, con una baja nota de exámenes (por ejemplo un 3,5), el profesorado sigue con la duda de que los alumnos hayan aprendido lo suficiente (precisamente una calificación de 3,5 indica que no ha aprendido). En definitiva, este esquema no mejora significativamente la sensación del profesorado, en relación al esquema anterior.

Finalmente la tercera opción que nos planteamos fue la de definir unos conocimientos mínimos (y no una calificación mínima) que los alumnos tendrán que demostrar para aprobar la asignatura, con independencia del resultado del proyecto. Estos conocimientos mínimos establecen una cota inferior para el aprendizaje, y son fijados a partir de los objetivos mínimos de aprendizaje que se han de alcanzar en la asignatura. Por tanto, para que un alumno supere la asignatura ha de demostrar que ha adquirido todos los conocimientos mínimos en las diferentes pruebas individuales de mínimos que realizamos durante el curso, y por supuesto, debe realizar de forma adecuada y en grupo el proyecto de la asignatura.

En las próximas secciones desarrollamos la idea de los conocimientos mínimos y mostramos su aplicación en nuestra asignatura.

3. Como identificar los conocimientos mínimos

Los conocimientos mínimos para IC han sido definidos a partir de los objetivos específicos y del temario de la asignatura, que se describen en las dos secciones siguientes.

3.1. Temario de IC

El temario es la lista organizada de los temas que son relevantes para conseguir los objetivos de una

asignatura. El temario de la asignatura de IC es el siguiente:

- Estructura de un programa, datos, variables y expresiones
- Las sentencias básicas: Asignación; Sentencias condicionales; Sentencias iterativas
- Tipos de datos elementales: Enteros; Caracteres; Reales
- Tipos de datos estructurados: Vectores; Matrices; Estructuras
- Procedimientos y funciones: Definición e invocación; Paso de parámetros; Variables locales
- Ficheros: Operaciones para abrir, cerrar, leer y escribir fichero de texto
- Esquemas algorítmicos: Recorrido; Búsqueda
- El entorno de programación Visual C++: Edición, compilación, montaje y ejecución de proyectos; Ejecución paso a paso; Uso de breakpoints; Visualización de variables, estructuras de datos y ficheros

3.2. Objetivos específicos de IC

A continuación presentamos una lista con los objetivos específicos que describen en detalle todo lo que deben aprender los alumnos en relación a la programación en C, clasificados por temas:

1. Tipos de datos elementales y sus operaciones (enteros, caracteres y reales)
 - Describir los tipos de datos elementales y las operaciones que actúan sobre ellos
 - Escribir la declaración de datos de cualquiera de los tipos elementales
2. Sentencias básicas (asignación, condicionales, iterativas y de entrada/salida)
 - Describir el funcionamiento de las sentencias básicas
 - Predecir el resultado de una secuencia de sentencias básicas
 - Codificar una tarea convenientemente especificada, utilizando la secuencia de sentencias básicas adecuada
3. Tipos de datos estructurados (vectores, estructuras, matrices y combinaciones)
 - Describir las estructuras de datos fundamentales, y las operaciones típicas sobre ellas

- Escribir la declaración de una estructura de datos convenientemente especificada
 - Escribir el código necesario para acceder a un elemento o conjunto de elementos de una estructura de datos
 - Elegir la estructura de datos más adecuada para una aplicación determinada
4. Esquemas algorítmicos (recorrido y búsqueda)
 - Explicar los esquemas de recorrido y búsqueda
 - Adaptar los esquemas de recorrido y búsqueda a una situación convenientemente especificada, identificando con claridad cada uno de los elementos del esquema
 - Elegir el esquema adecuado para resolver un problema determinado
 - Aplicar por iniciativa propia los esquemas algorítmicos estudiado
 5. Procedimientos y funciones
 - Describir los conceptos de procedimiento y función, la diferencias entre ellos, y su utilidad
 - Definir los conceptos: cabecera de procedimiento o función, parámetros formales, variables locales, resultado de la función, activación del procedimiento o función, parámetros reales, paso de parámetros
 - Describir la diferencia entre paso de parámetros por valor o por referencia
 - Codificar convenientemente una llamada a procedimiento o función, pasando correctamente los parámetros Codificar en forma de procedimiento o función una tarea convenientemente especificada, estableciendo adecuadamente los parámetros necesarios
 - Proponer una organización en bloques (procedimientos o funciones) de una aplicación determinada
 6. Ficheros
 - Explicar el concepto de fichero, para qué sirve, y cuáles son las operaciones típicas sobre ficheros de texto (crear, abrir, leer, escribir, preguntar por fin de fichero y cerrar)
 - Escribir las sentencias necesarias para realizar las operaciones básicas con fichero de texto

- Escribir las sentencias necesarias para determinar el tipo de error que se ha producido al realizar una operación con un fichero
- Determinar el formato adecuado para almacenar los datos en un fichero de texto, en función de las necesidades de la aplicación

Además de estos objetivos, la asignatura IC tiene también otros objetivos de carácter transversal, relacionados con la capacidad para trabajar en grupo, para aprender de forma autónoma o para comunicarse con los demás de forma efectiva. Estos objetivos no se enumeran aquí porque no están relacionados directamente con el objeto de la ponencia.

4. Conocimientos mínimos para IC

Para la asignatura de IC hemos identificado ocho conocimientos mínimos

Los conocimientos mínimos han sido definidos en función de los objetivos mínimos de aprendizaje que se han de alcanzar en la asignatura que hemos presentado en la sección anterior. A continuación detallamos los conocimientos mínimos definidos:

- *Conocimiento mínimo 1:* Escribir un programa que lea información de línea de comandos (caracteres, enteros, reales o palabras), tome decisiones a partir de esa información (usando solamente sentencias condicionales) y escriba en la pantalla los resultados (enteros, reales, palabras, frases).
- *Conocimiento mínimo 2:* Escribir un programa que realice un recorrido o una búsqueda en una secuencia de dígitos, números consecutivos o números leídos del teclado.
- *Conocimiento mínimo 3:* Escribir un programa que haga un recorrido o una búsqueda en un vector o matriz de caracteres o números.
- *Conocimiento mínimo 4:* Escribir un programa que requiera la combinación de dos esquemas algorítmicos (recorrido y/o búsqueda) aplicados sobre un vector o matriz de enteros o caracteres.
- *Conocimiento mínimo 5:* Diseñar la estructura de datos más adecuada para representar la información de un problema dado.

- *Conocimiento mínimo 6:* Codificar un procedimiento o función que cargue una estructura de datos con la información contenida en un fichero de texto o que salve en un fichero de texto la información contenida en la estructura.
- *Conocimiento mínimo 7:* Escribir un procedimiento o función que recorra, busque o añada información en un vector de estructuras.
- *Conocimiento mínimo 8:* Escribir un programa principal que realice llamadas a procedimientos o funciones pasándole adecuadamente los parámetros, leyendo del teclado la información necesaria para realizar las llamadas y escribiendo en pantalla la información correspondiente a los resultados de las llamadas.

5. Cómo se presentan los conocimientos mínimos a los alumnos

Durante la presentación de la asignatura que realizamos el primer día de clase, cuando introducimos el método de evaluación hacemos hincapié en el hecho de que para superar la asignatura tendrán que demostrar que han adquirido unos conocimientos mínimos en diferentes pruebas que realizarán a lo largo del curso y que para superar la asignatura tendrán que demostrar que han adquirido como mínimo 7 de los 8 conocimientos mínimos de la asignatura.

También indicamos a los alumnos que en la intranet de la asignatura tienen el recurso Conocimientos Mínimos, con ejemplos y soluciones para cada uno de los conocimientos mínimos de la asignatura.

Para cada conocimiento mínimo hemos preparado tres ejemplos que representan los ejercicios tipo que se podrían encontrar en las pruebas de mínimos y para cada ejemplo también disponen de la solución.

La Tabla 1 presenta los ejemplos que hemos preparado para los conocimientos mínimos 2 y 4.

Conocimientos mínimos – Ejemplos con sus soluciones	
Conocimiento mínimo 2 <i>Escribir un programa que realice un recorrido o una búsqueda en una secuencia de dígitos, números consecutivos o números leídos del teclado.</i>	
Ejemplos	Solución
2.1 Realizar un programa que pida un número entero positivo por teclado y diga cuál es su mayor dígito par y su menor dígito impar.	solución
2.2 Realizar un programa que determine la suma de los 10 primeros múltiplos de 6.	solución
2.3 Identificar el mayor de los tres primeros múltiplos de 7 en la secuencia de números escritos por teclados, acabada en 0.	solución
Conocimiento mínimo 4 <i>Escribir un programa que requiera la combinación de dos esquemas algorítmicos (recorrido y/o búsqueda) aplicados sobre un vector o matriz de enteros o caracteres.</i>	
Ejemplos	Solución
4.1. Escribir un programa que lea del teclado un número entero y lo inserte en un vector de enteros que está ordenado de menor a mayor, de forma que el vector se mantenga ordenado de menor a mayor.	solución
4.2 Suponer las siguientes declaraciones: #define MAX 20 int vector [MAX]; Suponer que el vector ya contiene números enteros en todas las posiciones. Escribir un programa que elimine del vector el primer múltiplo de 7 que encuentre. Para eliminar un número hay que mover todos los que tiene a su derecha una posición a la izquierda.	solución
4.3 Suponer las siguientes declaraciones: #define MAX 20 char frase [MAX]; Suponer que el vector frase ya contiene caracteres en todas las posiciones. Escribir un programa que inserte un carácter en blanco después de la primera 'j' que encuentre	solución

Tabla 1. Ejemplos de ejercicios para verificar conocimientos mínimos, tal y como se presentan a los alumnos

Una de las tareas que proponemos realizar a los estudiantes durante la semana 6 del curso, para que se preparen para la primera prueba de mínimos que realizará en la semana 7, es un ensayo de la primera prueba de mínimos y una autoevaluación. Les proporcionamos un enunciado tipo con un ejercicio para cada uno de los cuatro primeros conocimientos mínimos que tendrán que resolver y la solución oficial. Una vez hayan resuelto el ejercicio se tendrán que autoevaluar en función de los criterios establecidos y resolverán si su código es correcto (bien, regular o mal) y si es claro (bien, regular o mal).

Además les proponemos que realicen varios ensayos con los ejercicios tipo que les hemos

preparado y que los comparen con las soluciones que les proporcionamos.

Del mismo modo durante la semana 13 les proponemos que se preparen para la segunda prueba de mínimos, que se realiza durante la semana 14. En esta prueba tendrán que demostrar que han adquirido los conocimientos mínimos relacionados con estructuras, procedimientos y funciones y ficheros que se corresponden con los mínimos del 5 al 8. La Tabla 2 muestra un ejemplo de ejercicios para verificar los conocimientos mínimos 5 y 7.

En la intranet de la asignatura podemos encontrar tres ejemplos para cada conocimiento mínimo.

Conocimientos mínimos – Ejemplos con sus soluciones	
Conocimiento mínimo 5 <i>Diseñar la estructura de datos más adecuada para representar la información de un problema dado.</i>	
5.1. Diseñar una estructura de datos para que contenga la siguiente información: título del CD, autor, ranking en la lista de mas vendidos y precio de CD.	solución
Conocimiento mínimo 7 <i>Escribir un procedimiento o función que recorra, busque o añada información en un vector de estructuras.</i>	
7.1. Partiendo de las mismas declaraciones que el ejercicio 5.1, escribir el código de una función que tendrá la siguiente cabecera: int posición (Ttienda t, TCD mi_cd); La función debe retornar la posición que ocupa mi_cd en el vector de CD que tiene la estructura Ttienda. Si mi_cd no está en la tienda entonces la función debe retornar un -1.	solución

Tabla 2. Ejemplos de ejercicios para verificar conocimientos mínimos, tal y como se presentan a los alumnos

6. Método de Evaluación

El esquema de evaluación para IC se muestra en la Tabla 3

Elemento	Peso
Entregas del curso	20%
Conocimientos mínimos	30%
Proyecto Versión 1	10%
Proyecto Versión 2	20%
Ejercicio individual ampliación del Proyecto	10%
Actitud y participación	10%

Tabla 3. Esquema de evaluación IC

Las características más relevantes del esquema de evaluación de IC se detallan a continuación. Las entregas son el resultado de las tareas que realizan los alumnos a lo largo del curso (por ejemplo, el informe de autoevaluación del ensayo de mínimos que se ha mencionado antes). En IC se valora un 20% el mero hecho de realizar las entregas a tiempo, con independencia de si están bien o mal. Es un elemento de la calificación que usamos para estimular a los alumnos a que recorran el camino que hemos preparado para ellos. De hecho, si no realizan el 80% de las tareas del curso no podrán superar la asignatura y la calificación final de la asignatura será no presentado. Si realizan todas las tareas a tiempo o solamente se retrasan en la entrega de una tarea obtendrán un 10. Mientras que si no realizan una o dos tareas o se retrasan en la

entrega de dos o tres obtendrán un 7,5, en el resto de casos, siempre que hayan realizado más del 80%, obtendrán un 5 en esta componente de la nota.

La calificación del proyecto la obtenemos a partir de tres elementos. El desarrollo de proyecto que consta de dos entregas, una primera parcial y un prototipo final, que representan un 10% y 20% respectivamente de la nota final y que se califican en función de ciertos criterios establecidos para la evaluación del proyecto. La calificación de las dos versiones del proyecto es la misma para todos los miembros de grupo. El tercer elemento es un ejercicio de ampliación individual del proyecto sobre ordenador, en la que cada miembro del grupo deberá realizar una pequeña ampliación del proyecto, mediante la que podrá demostrar que conoce perfectamente como está organizado y construido el mismo. Se pretende evitar así que un miembro del grupo se ocupe sólo de su parte, desentendiéndose del resto. La calificación de esta componente se asigna de la forma siguiente:

- 0 si no se hace bien la ampliación
- 5 si se hace bien
- 10 si todos los miembros del grupo la hacen bien

Respecto a la calificación de los conocimientos mínimos cabe destacar que para aprobar la asignatura será necesario demostrar al menos 7 de los 8 conocimientos mínimos en las pruebas escritas que se realizarán las semanas 7 y 14 del curso y en la semana de exámenes finales. En caso contrario no se aprobará la asignatura. En la prueba de la semana 7 los alumnos pueden demostrar los conocimientos mínimos del 1 al 4.

En la prueba de la semana 14 pueden demostrar los conocimientos mínimos del 5 al 8, y los que no demostraron en la primera prueba. En la semana de exámenes finales se realiza una última prueba en la que los alumnos pueden demostrar los mínimos que no hayan superado en las pruebas anteriores.

La calificación de la componente de conocimientos mínimos se determina en función de las reglas siguientes:

Para superar la asignatura es necesario superar al menos 7 de los 8 conocimientos mínimos. En caso contrario se suspende, con independencia del proyecto, y la calificación de la asignatura estará entre 0 y 3,5, en función del número de mínimos demostrado.

Si se superan los 7 ó 8 mínimos, la calificación será:

10 si se demuestran todos, sin necesidad de la última prueba

8,5 si se demuestran todos, pero se necesita la última prueba

7,5 si se demuestran 7, sin necesidad de la última prueba

5 si se demuestran 7, pero se necesita la última prueba

Finalmente, en la actitud y participación se valora la participación frecuente en el Foro de Consultas, la seriedad en las tareas de autoevaluación y evaluación de compañeros, la asistencia regular a clase y la observación del comportamiento en el grupo.

7. Consideraciones sobre la calificación de los mínimos

Una característica importante del esquema de evaluación propuesto es que los ejercicios de mínimos no se califican en una escala de 0 a 10. Basta con determinar si el ejercicio está bien o no, ya que la calificación de los conocimientos mínimos se establece en base al número de conocimientos superados, y en el número de pruebas que se han necesitado para superarlos.

La prueba de mínimos se realiza sobre papel y en determinadas ocasiones pueden surgir algunas dudas a la hora de determinar si un ejercicio con un pequeño fallo es correcto o no. Entonces lo que valoramos es si el pequeño fallo lo podrían resolver fácilmente si dispusieran de un

ordenador, en cuyo caso se da el mínimo por superado.

Para confirmar que, a pesar de una falta de criterios explícitos para la corrección de los mínimos, diferentes profesores de la asignatura tomarían las mismas decisiones en la valoración de las respuestas de los alumnos, realizamos el siguiente experimento. Cuatro de los profesores de la asignatura corregimos la segunda prueba de mínimos de un grupo de la asignatura de IC, sin necesidad de fijar criterios explícitos. La hipótesis es que los cuatro coincidiríamos en gran medida sobre qué ejercicios están superados y cuáles no. Los resultados del experimento fueron los siguientes: en un 68,81% de los ejercicios los cuatro profesores coincidían en la valoración (pasa o no pasa). En un 23,65% de los casos sólo tres de los cuatro profesores coincidían y en un 7,52% de los casos sólo coincidían dos profesores.

Ciertamente, esperábamos un mayor nivel de coincidencia, por lo que probablemente en la próxima ocasión fijaremos de forma explícita algún criterio que ayude a aumentar el grado de coincidencia.

Por otra parte, el decidir simplemente si el mínimo se pasa o no (sin tener que adjudicar una calificación entre 0 y 10) hace que el tiempo necesario para la evaluación se reduzca de forma muy notable. Se da incluso el caso de que durante las pruebas de mínimos, en las que hay alumnos que acaban mucho antes que otros (porque son más rápidos o porque tenían menos mínimos para demostrar), el profesor que supervisa el examen puede ir corrigiendo a medida que entregan, y finalizado el tiempo de examen ya sólo quedan por corregir una pequeña parte de ejercicios (los entregados al final de la sesión).

8. Resultados obtenidos

A continuación detallamos los resultados para las pruebas de conocimientos mínimos obtenidos durante el curso 2006-2007Q1 en la asignatura de IC. A la hora de elaborar los resultados solo hemos tenido en cuenta los alumnos que han seguido la asignatura durante todo el cuatrimestre, y por tanto han realizado el proyecto y han entregado como mínimo el 80% de los entregables. Los resultados que hemos obtenido son:

- 50% de los estudiantes han demostrado todos los conocimientos mínimos a la primera
- 24,48% de los estudiantes han demostrado todos los conocimientos mínimos, pero han necesitado la convocatoria de la semana de exámenes finales
- 6,12% de los estudiantes han demostrado todos los conocimientos menos uno sin necesidad de la convocatoria de la semana de exámenes finales
- 9,18% de los estudiantes han demostrado todos los conocimientos mínimos menos uno, usando la convocatoria de la semana de exámenes finales
- 10,2% de los estudiantes han realizado el proyecto bien, pero no han demostrado los mínimos y, por tanto, suspendieron.

Los resultados obtenidos muestran que una gran parte de los estudiantes que siguen la asignatura, realizan las tareas que proponemos durante el curso y un buen proyecto, demuestran que han adquirido los conocimientos mínimos de la asignatura. Solamente un 10,2 por ciento de los estudiantes que han seguido la asignatura no han demostrado que han adquirido los conocimientos mínimos.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en otros cursos en los que realizábamos exámenes tradicionales, vemos que el número de estudiantes que superan los mínimos es superior al de estudiantes que superaban el examen. Por tanto, una de las percepciones que tenemos es que la evaluación basada en mínimos favorece a los estudiantes menos brillantes.

9. Conclusiones

En esta ponencia hemos descrito cómo congeniar los exámenes y proyectos en asignaturas diseñadas siguiendo la metodología del aprendizaje basado en proyectos. En concreto el método de evaluación para estas asignaturas ha sido diseñado en función de la adquisición de unos conocimientos mínimos definidos a partir de de los objetivos mínimos de aprendizaje que se

han de alcanzar. El método pretende garantizar que todos los alumnos alcancen unos objetivos mínimos de aprendizaje, pero sin interferir con el esfuerzo que necesitan para realizar los proyectos del curso, cosa que suele pasar cuando se pretende que los alumnos hagan proyectos y, al mismo tiempo, exámenes tradicionales (en los que se pretende que los alumnos demuestren todos los objetivos del curso).

En función de los resultados obtenidos al sustituir el examen tradicional por la prueba de mínimos, si simplemente comparamos los enunciados de ambos tipos de pruebas podría dar la sensación que estamos bajando el nivel de exigencia de la asignatura. Pero, se ha de tener en cuenta que en las pruebas de mínimos exigimos que realicen correctamente los ejercicios y que han de demostrar todos los mínimos (o todos menos uno) para poder superar la asignatura. Por otra parte, la valoración del nivel no puede hacerse sin tener en cuenta los proyectos que realizan los alumnos, que en la mayoría de los casos satisfacen plenamente las expectativas.

Referencias

- [1] La páginas web de IC puede consultarse en atenea.upc.edu (entrar como visitante y buscar el curso *Introducció als Computadors*, de la EPSC)
- [2] Escola Politècnica Superior de Castelldefels (EPSC), <http://www.epsc.upc.edu>
- [3] D.R. Woods et al., The future of engineering education. Developing Critical Skills. *Chem. Engr. Education*, 34 (2), 108-117.
- [4] Jesús Alcocer, Silvia Ruíz y Miguel Valero-García, Evaluación de la implantación de aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2002-2003) *XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas*, julio 2003