

Actas XVIII JENUI 2012, Ciudad Real, 10-13 de julio 2012  
I.S.B.N. 10: 84-615-7157-6 | I.S.B.N. 13:978-84-615-7157-4  
Páginas 41-48

# Implantación de una metodología de aprendizaje basada en proyectos para una asignatura de Ingeniería del Software

Pablo Sánchez y Carlos Blanco

Dpto. de Matemáticas, Estadística y Computación, Universidad de Cantabria  
Facultad de Ciencias, Avda. Los Castros S/N, 39071 Santander  
{p.sanchez, carlos.blanco}@unican.es

## Resumen

El objetivo general de una asignatura de Ingeniería del Software es que el alumno adquiera las habilidades necesarias para desarrollar proyectos software desde su concepción hasta su entrega al cliente. Los autores de este artículo estábamos observando que los alumnos que cursaban dicha asignatura no satisfacían dicho objetivo ya que: (1) tenían dificultades para relacionar las distintas fases de un proyecto software, no entendiendo cómo, por ejemplo, se genera una arquitectura a partir de una especificación de requisitos; y (2) a pesar de conocer perfectamente la sintaxis de UML, no parecían saber usarla para modelar artefactos concretos, como una arquitectura software. Por tanto, decidimos implantar una estrategia de aprendizaje basada en proyectos con el objetivo de subsanar tales deficiencias. El presente artículo describe el proceso seguido para su implantación, las innovaciones realizadas, los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas.

## Summary

The ultimate learning objective of a Software Engineering course is that students acquire the required skills to develop software projects from their inception to their final release. However, the authors of this document were noticing that students that passed such a subject did not fulfill this goal, as: (1) they can hardly establish relationships between the different levels of a software development lifecycle, not understanding, for instance, how a software architecture is generated from a requirements specification; (2) although they know perfectly the UML syntax, they seem not able to use it for modelling software artefacts such as software architecture. To overcome this situation, we decided to use a project-based learning strategy. This article describes the process we have followed to implement such a strategy,

the incorporated innovations, obtained results and lessons learned.

## Palabras clave

Aprendizaje basado en proyectos, Ingeniería del Software, Trabajo en Equipos, Portfolio, Estrategias de Aprendizaje.

## 1. Introducción

El resultado final del aprendizaje de una materia de Ingeniería del Software [9] es que el alumno adquiera los conocimientos y habilidades necesarias para el desarrollo de un proyecto software completo. Los alumnos de la Universidad de Cantabria que cursaban dicha materia recibían formación en los diferentes elementos que forman parte del ciclo de vida de un proyecto software. Por cada fase del ciclo de vida los alumnos realizaban diversos ejercicios prácticos, los cuales estaban basados en sistemas software de pequeña escala.

Durante la dirección de los proyectos de fin de carrera de estos alumnos los autores de este artículo detectamos que dichos alumnos tenían problemas para:

1. Identificar con claridad cuál era el objetivo global de cada fase del ciclo de vida software.
2. Relacionar los artefactos creados en una fase del ciclo de vida con los artefactos creados en fases subsiguientes. Por ejemplo, para crear un modelo de diseño de un sistema a partir de su correspondiente modelo de análisis.
3. Utilizar UML para modelar aspectos relevantes de un sistema. Por ejemplo, aún conociendo la sintaxis de los diagramas de despliegue, no eran capaces de usar dichos diagramas para resaltar los aspectos relevantes de la topología de la red donde debía desplegarse sus aplicaciones.

Para solucionar dicha situación, decidimos rediseñar dicha materia y modificar sus estrategias de enseñanza-aprendizaje. Puesto que el objetivo de la asignatura era aprender a desarrollar un proyecto y como mejor se aprende es mediante la experimentación y la práctica [8], decidimos adoptar una estrategia de aprendizaje basada en proyectos [4].

Los objetivos concretos que pretendíamos alcanzar con la aplicación de dicha estrategia de aprendizaje eran:

1. Mejorar la visión de cómo se integran, vinculan y enlazan las diferentes etapas y artefactos del desarrollo de un proyecto software.
2. Aprender a utilizar los conocimientos adquiridos para resolver problemas de la vida real;
3. Mejorar las capacidades de trabajo eficaz en equipo de los alumnos;
4. Mejorar la motivación del alumnado;
5. Mejorar las técnicas de seguimiento y evaluación del alumnado.

La asignatura donde aplicamos la estrategia pertenece al cuarto año de una titulación de Ingeniería en Informática. Se imparte en el primer cuatrimestre y cubre las etapas de ingeniería de requisitos y diseño de sistemas software. Otras etapas del ciclo de vida, como diseño de pruebas o control de la calidad, se abordan en la asignatura de Ingeniería del Software durante el segundo cuatrimestre. El número de alumnos matriculados en la asignatura era de 28, siendo todos alumnos de primera matrícula.

Tras esta introducción, el presente artículo se estructura como sigue: El apartado 2 describe la organización general del curso. El apartado 3 cuenta el proceso realizado para la selección del tema del proyecto y la formación de los equipos de trabajo. El apartado 4 detalla el proceso de diseño del portafolio. El apartado 5 analiza y revisa los resultados obtenidos, destacando las lecciones aprendidas e identificando puntos de mejora. Por último, el apartado 6 resume y concluye el trabajo.

## 2. Descripción general de la innovación

De acuerdo con la estrategia de aprendizaje basada en proyectos, el objetivo principal era que el alumno adquiriese los conocimientos y habilidades deseadas mediante la realización de un proyecto real, el cual, además, debía motivarles. Es decir, se trataba de que

los alumnos construyesen algo de lo que luego se sintiesen orgullosos de haber construido.

Por tanto, se procuró insistir desde el primer día que no se trataba de un esquema de teoría más prácticas separadas donde se pudiese obtener una calificación alta en prácticas que elevase o compensase la calificación de la parte teórica. En nuestro caso, la asimilación de los contenidos teóricos era un requisito necesario a la realización de cada hito o fase del proyecto, pues si no se dominan los principios y fundamentos de una técnica, difícilmente se puede llegar a aplicar la misma a casos complejos de la vida real.

Para el desarrollo del proyecto creamos un portafolio que definiese de forma clara las actividades e hitos que debían ser completados. El proyecto debía desarrollarse en grupo debido a que por su tamaño su realización individual es simplemente inabordable, tal como ocurre en los proyectos de la práctica industrial diaria.

Por tanto, ya que los alumnos tenían que trabajar en equipo, aprovechamos para trabajar las competencias transversales relacionadas. Para ello impartimos una serie de seminarios sobre técnicas de presentación oral, redacción de informes técnicos y estrategias de trabajo eficaz en grupo. Se abordaron cuestiones como la de cómo dividir el trabajo en grupo de forma eficaz o cómo y cuándo convocar reuniones de grupo [5]. El objetivo era tratar de erradicar de nuestros alumnos un mal general tan arraigado como es el de reunirse constantemente y convocando además a todos los miembros del equipo, sean éstos necesarios o no para el propósito de la reunión.

Por último, debido en gran parte a la gran cantidad de material a ser revisado que iba a ser generado durante el desarrollo del portafolio, decidimos que era necesario adoptar técnicas de autoevaluación y evaluación cruzada para aliviar en parte la carga de trabajo del equipo docente. Además dichas técnicas deberían ayudar a los alumnos a aprender a autoevaluarse y a mejorar sus propios trabajos.

El siguiente apartado describe el proceso de formación de los equipos de trabajo y la selección del tema del proyecto.

### 3. Selección del proyecto y formación de equipos

Este apartado describe el proceso de selección del tema del proyecto y el de formación de los grupos de trabajo.

#### 3.1. Selección del tema del proyecto

El primer problema a resolver para aplicar la metodología escogida fue la selección del tema del proyecto. Dicho tema tenía que interesar a la mayoría del alumnado, pues si el alumnado no está motivado o no percibe la utilidad de lo que hace, muy difícilmente se producirá el aprendizaje [8]. Además, tal como exponen perfectamente Trinidad et al [11], el tema del proyecto tenía que ser lo suficientemente versátil para permitir ejercitar todas las habilidades o competencias previstas en la asignatura. También debía poseer una complejidad adecuada, pues sistemas muy sencillos ni tendría sentido desarrollarlos en equipo ni servirían para que el alumno realmente aprendiese. Tampoco debía tener una complejidad excesiva que desestimulase al alumnado al ver éste la realización del proyecto como una tarea inabordable.

Durante los cursos anteriores veníamos observando que una gran parte del alumnado se dedicaba con cierto disimulo a jugar durante las horas de clase a un juego *on-line* denominado *Comunio*<sup>1</sup>. Dicho juego poseía además una complejidad como sistema software adecuada a nuestros propósitos. Por tanto, decidimos que en lugar de tratar de vencer a nuestro enemigo, íbamos a intentar unirnos a él. Escogiendo *Comunio* como tema del proyecto a desarrollar, dicho sistema dejaría de ser un distractor para la asimilación del conocimiento, convirtiéndose en un canalizador del mismo. En la Sección 5 se proporcionarán datos concretos acerca del acierto de dicha elección.

El siguiente dilema que se nos planteaba era que si todos los alumnos desarrollaban el mismo sistema, las posibilidades de plagios indebidos se incrementaba notablemente. Por otro lado, si planteábamos proyectos distintos, nos enfrentábamos al problema de tener que supervisar y evaluar proyectos dispares, cada uno con sus propias características y naturaleza. Dicha tarea se nos antojaba hartamente compleja.

Por tanto, decidimos plantear el siguiente juego: los profesores serían acaudalados inversores, tipo jeque árabe, que financiarían aquellas ideas que, partiendo de la base ofrecida por *Comunio*, se considerasen que podían generar unos mayores beneficios. Los alumnos debían trabajar en grupo sobre su idea innovadora de negocio y en una subsiguiente sesión de prácticas tratar de convencernos de lo adecuado de invertir nuestro dinero en su idea. Este simple juego nos permitía además trabajar de forma natural varias competencias como creatividad, capacidad de innovación y comunicación oral.

El resultado de esta actividad fue altamente satisfactorio, pues provocó un efecto positivo no inicialmente previsto. Cada grupo tomó conciencia de grupo y se identificó con su proyecto. Resultaba curioso ver durante la sesión preparatoria de cada idea de negocio, como cada grupo cuando solicitaba nuestra ayuda para perfilar su propia idea casi nos obligaban a firmar un compromiso de confidencialidad para evitar que le contásemos dicha idea a otros grupos.

Cada grupo creó su propio proyecto con el cual se sentía identificado y comprometido. Todos los grupos idearon un nombre y un logo para personalizar su propio proyecto. El resultado fue que cada proyecto era lo suficientemente distinto del resto como para evitar plagios indeseados. Además, el hecho de que cada grupo se hubiese identificado con su propio proyecto había hecho desaparecer de raíz el riesgo de plagio.

Al estar todos los proyectos basados en un germen común se facilitaba la labor del docente. Los problemas que aparecían en un grupo se reproducían con características similares pero ligeramente diferentes en otros grupos. Si se hubiese tratado de proyectos diferentes, el esfuerzo que hubiésemos tenido que realizar para seguirlos y evaluarlos nos hubiese convertido en agentes menos productivos.

Además, el que todos los proyectos compartiesen similitudes se tornó crucial para que los alumnos pudiesen evaluarse entre ellos de forma cruzada, tal como se expondrá en la Sección 4.2. Por tanto, la idea de que cada grupo confeccionase su propia idea de proyecto a partir de una semilla inicial común lo consideramos un completo acierto que generó resultados positivos más allá de los inicialmente previstos.

<sup>1</sup><http://www.comunio.es/>

Un enfoque similar ha sido también empleado por Trinidad et al [11] pero utilizando los juegos de mesa de licencia libre como punto de partida. En este caso, la creatividad de los alumnos puede verse reducida. Como consecuencia, el grado de identificación con el proyecto puede también decaer, al no sentir el alumno el proyecto como algo propiamente suyo.

### 3.2. Formación de los grupos de trabajo

Los grupos de trabajo fueron organizados por el equipo docente. El objetivo era formar grupos heterogéneos en cuanto al perfil psicológico de sus miembros, ya que, una vez egresados, los alumnos deberían trabajar en equipos de trabajo compuestos por personales de perfiles y personalidades heterogéneas.

Dado que el objetivo no era realizar un análisis psicológico en profundidad de cada alumno, escogimos un test psicológico sencillo, denominado *test de Luscher* [3], consistente en clasificar, por orden de preferencia, una serie de colores. Dicho test se puede completar en 5 o 10 minutos dentro de una sesión de prácticas.

A continuación, mediante el análisis de qué colores ocupan ciertas posiciones, por ejemplo las dos primeras o las dos últimas, se pueden extraer conclusiones sobre la personalidad del individuo analizado. Comentar que antes de aplicar el test a los alumnos, lo aplicamos a varios compañeros del departamento, demostrándose que el test producía resultados bastante precisos por lo general.

Tras aplicar el test a los alumnos, creamos cuatro perfiles psicológicos distintos: *activos*, *pasivos*, *optimistas* y *pesimistas*. Escogimos estos perfiles por ser fácilmente identificables de acuerdo a las teorías de Luscher [3]. Asignamos los alumnos a cada perfil (algunos podían estar en dos perfiles a la vez) y los distribuimos en grupos de forma que cada grupo tuviese un miembro de cada perfil psicológico.

Al final del cuatrimestre un gran porcentaje de los alumnos nos comentaron que esta división en grupos les había ayudado a mejorar sus capacidades de trabajo en equipo, y que, salvo inevitables excepciones, no les había perjudicado en relación a su rendimiento académico. Por tanto, consideramos que la técnica sirvió para satisfacer nuestro objetivo.

## 4. Diseño del portafolio

Para la realización del proyecto elaboramos un portafolio con una serie de tareas bien definidas. Este apartado describe el proceso de elaboración de dicho portafolio.

### 4.1. Definición de las fases

Son diversos los autores que han propuesto el uso de portafolios [1] como estrategia de enseñanza-aprendizaje para asignaturas relacionadas con la Ingeniería del Software [12]. Tal como exponen Valero y Zubia [14], una de las causas más frecuentes de fracaso en la aplicación de las técnicas de aprendizaje basadas en proyectos es un inadecuado seguimiento y evaluación, principalmente formativa, del desarrollo de dichos proyectos.

Por tanto, entendemos que la rigurosa planificación y desarrollo de un portafolio favorece en gran medida que el alumno sea capaz de completar el proyecto mediante la realización de un serie de etapas intermedias, como si de una vuelta ciclista se tratase [13]. Además, el portafolio permite de forma muy natural el seguimiento, evaluación y autoevaluación de cada una de estas etapas.

La definición de un portafolio implica el diseño de las actividades a completar por el alumnado, la definición precisa de los criterios de evaluación para cada actividad, así como de los procesos de seguimiento y evaluación formativa que permitan a cada grupo mejorar mediante la experiencia y corregir sus propios errores.

En el caso de la Ingeniería del Software, la definición de las actividades se podía realizar de forma muy natural, pues el proceso de desarrollo de un proyecto software queda más o menos fijado por las etapas de su ciclo de vida. Por tanto, cada grupo debía entregar el material que se producía al final de cada etapa del ciclo de vida, pero añadimos una fase inicial de concepción de la idea de negocio (ver apartado 3.1).

Más concretamente, las diferentes actividades que componían cada portafolio eran:

1. Concepción de la idea de negocio.
2. Especificación y Modelado de Requisitos.
3. Diseño Arquitectónico.
4. Diseño Detallado.

Por cada etapa, se proporcionaron claras y precisas instrucciones acerca de cómo realizar cada actividad, los elementos a entregar al final de cada etapa y lo que se espera de cada etapa. Toda la gestión del portafolio se implementó a través de la plataforma *Moodle*.

Los conocimientos teóricos para realizar estas actividades se continuaron impartiendo en las clases de aula tradicionales. No obstante, durante las lecciones magistrales se procuró siempre utilizar el tema del proyecto para explicar ciertos conceptos, lo que entendemos que mejoró notoriamente la comprensión de ciertos aspectos de la asignatura. Además, en ciertos momentos, se adaptó el temario a las necesidades del proyecto en desarrollo, pues ciertas cuestiones requerían una mayor profundización de la que se venía tradicionalmente impartiendo.

El siguiente apartado describe las técnicas de seguimiento y evaluación utilizadas durante el desarrollo del portafolio descrito.

#### 4.2. Mecanismos de evaluación

Para el seguimiento y evaluación del alumnado, además de los tradicionales, se utilizaron los siguientes elementos: (1) rúbricas; (2) clasificaciones que reflejasen el estado de cada proyecto con respecto a los otros; y (3) evaluación entre iguales. Comentamos cada uno de estos elementos en las siguientes subsecciones.

#### 4.3. Elaboración de las rúbricas

Por cada hito evaluable del portafolio se elaboró una rúbrica [10] que contenía la información necesaria para que los alumnos pudiesen autoevaluarse. El objetivo era que los alumnos pudiesen en todo momento saber qué se esperaba de ellos. Las rúbricas les servían para evaluarse, pero deliberadamente evitamos que les sirviesen para calificarse. La razón era evitar que los alumnos abandonasen el trabajo cuando considerasen que habían conseguido el número de puntos necesarios para superar la asignatura [14].

Por otra parte entendemos que en el diseño de software existe cierta subjetividad que debe ser convenientemente evaluada. Por ejemplo, no es lo mismo confundir un componente prefabricado con un sistema externo que considerar el SDK (*Software Development Kit*) de Android como un subsistema

externo. Mientras que existen argumentaciones razonables para la confusión en el primer caso, el segundo fallo denota un mayor desconocimiento del concepto de subsistema.

#### 4.4. Clasificación semanal de proyectos

Para motivar y fomentar la continuidad en el trabajo, todas las semanas publicábamos una clasificación o *ranking* con una valoración subjetiva del estado de cada grupo. Junto a cada grupo aparecía una barra que indicaba una especie de relación informal entre el progreso y la calidad del trabajo realizado hasta ese momento. Dicha barra pretendía indicar cuán cerca o lejos estaba cada grupo de completar la actividad con éxito.

Dejamos claro al alumnado que la longitud de dicha barra no era indicativa de su calificación. También comentamos varias veces que se trataba de una clasificación subjetiva basada en nuestra percepción acerca de su progreso tras nuestra interacción con cada grupo en las sesiones de prácticas. Por tanto, la calificación real podía variar tanto al alza como a la baja.

El objetivo último de esta técnica era que, ya que habíamos detectado una cierta competitividad entre grupos, explotar dicha competitividad dentro de unos límites razonables. La técnica dió sus frutos, pues grupos que se veían muy abajo de la clasificación, hacían mayores esfuerzos para remontar; mientras que los grupos en las primeras posiciones luchaban por mantenerlas. No obstante, algunos alumnos comentaban que, aunque esto les ayudaba a trabajar más, les creaba también cierta ansiedad. Por tanto, deberemos pulir la técnica para no generar situaciones de ansiedad contraproducentes [7].

#### 4.5. Evaluación por pares

Por último, decidimos implantar un sistema de evaluación cruzada entre iguales con un doble objetivo: (1) que cada grupo aprendiese mediante la evaluación del trabajo de sus compañeros; y (2) aligerar la carga de trabajo del equipo docente para hacer el sistema algo más sostenible.

Para que la evaluación de una actividad tenga un valor formativo, ésta no puede limitarse a otorgar una calificación. El docente debe proporcionar además una descripción de qué aspectos del trabajo son

erróneos, por qué son erróneos así cómo propuestas de mejora. Sólo así podrá el alumno aprender de sus errores y alcanzar los objetivos del aprendizaje. Obviamente, cuanto peor estén los trabajos entregados, mayor será la carga del equipo docente.

Por tanto, pensamos que si el trabajo de cada grupo era revisado por compañeros de otros grupos y otorgábamos además a cada grupo la posibilidad de mejorar su trabajo en base los comentarios de los compañeros, dichos trabajos mejorarían aliviando la carga de trabajo del equipo docente. Además, en base a los aspectos positivos y negativos del trabajo revisado, cada grupo podía tomar ideas para mejorar el suyo.

Dado que el carácter de esta evaluación cruzada era puramente formativo, eximimos a los alumnos de tener que asignar calificaciones a sus compañeros. El trabajo de evaluación consistía únicamente en proporcionar una serie de comentarios y sugerencias de mejora que cada grupo debería tener en consideración para mejorar su trabajo. Para ayudar a cada grupo en la elaboración de tales comentarios y sugerencias de mejora, por cada hito evaluable se proporcionó la correspondiente rúbrica.

Para que los alumnos aprendiesen, la asignación de las revisiones a cada grupo se debía realizar cuidadosamente. En general, nos enfrentamos a los siguientes problemas:

1. Si un grupo con buenos resultados revisaba el trabajo de un grupo con muy malos resultados, en lugar de premiar al grupo por sus buenos resultados, le estábamos asignando una mayor carga de trabajo. Además, poco podría aprender del trabajo revisado. Por tanto, debíamos evitar esta situación.
2. Si un grupo con muy malos resultados revisaba el trabajo de un grupo con muy buenos resultados, podían producirse otras dos situaciones indeseadas: (1) que el grupo no entendiese el trabajo revisado; o (2) que apreciando la calidad del trabajo revisado, se limitasen a plagiarlo sin llegar a entenderlo. Ambas situaciones debían ser evitadas pues no conducen a un aprendizaje efectivo.

Por tanto, establecimos el siguiente procedimiento: En primer lugar, definíamos unos niveles informales para clasificar cada trabajo. Por ejemplo, *brillante*, *medio* y *deficiente*. Seguidamente, asignába-

## Didáctica en los estudios de ingeniería informática

mos cada trabajo a un nivel diferente. A continuación, por cada trabajo evaluábamos de forma rápida los aspectos positivos y negativos más prominentes de cada trabajo.

La idea era que cada grupo revisase trabajos de los niveles iguales y adyacentes. Por ejemplo, un grupo con un trabajo *brillante* revisaría el trabajo de un grupo o bien *brillante* o bien *medio*, pero nunca uno de uno *deficiente*. En la medida de lo posible, un grupo con un trabajo deficiente debía revisar un trabajo de un grupo *medio*.

También procuramos que, por cada par revisor-revisado, los aspectos negativos prominentes del revisor fuesen aspectos positivos prominentes del revisado, de forma que el revisor pudiese aprender por observación del revisado. Al ser ambos de niveles similares, el riesgo de plagio directo disminuye. Además, los aspectos positivos prominentes del revisor debían ser aspectos negativos prominentes del revisado, de forma que el revisor pudiese dar valiosas sugerencias e indicaciones de como mejorar el trabajo realizado.

Diseñar dicho sistema no fue en absoluto trivial, pero una vez ideado resultó relativamente sencillo y rápido de aplicar. Además, según pudimos comprobar a lo largo del proyecto, ayudo a alcanzar los objetivos que perseguíamos mediante la implantación de un sistema de evaluación por pares: nuestra carga de trabajo se vio aliviada y los trabajos de cada grupo, salvo inevitables excepciones, mejoraron.

## 5. Resultados obtenidos

Finalmente, realizamos una encuesta entre el alumnado con el objetivo de analizar el rendimiento de la estrategia de aprendizaje utilizada e identificar puntos de mejora para los cursos posteriores. La encuesta tenía un total de 60 preguntas que pretendían analizar diferentes aspectos de la asignatura, así como tratar de verificar la consistencia de las respuestas, con el objetivo de evitar que se contestase al azar. Por motivos de espacio, sólo mostramos en la Tabla 1 los resultados de las 12 preguntas que mejor casan con los objetivos de este artículo. Cada pregunta se contestaba con valores de una escala entre 1 y 5 donde 1 significaba nada y 5 mucho. La encuesta fue completada por un total de 24 alumnos de 28 matriculados. El número de alumnos que siguieron la asignatura hasta el final fue de 27, abandonando

solamente una alumna, la cual, por motivos personales, tenía problemas para conciliar el estudio con el cuidado de su hijo. Junto a cada pregunta se muestra el valor medio de las respuestas recopiladas, así como el valor de la desviación media.

Se puede apreciar que el primer objetivo, que era proporcionar una visión más integrada del concepto de proyecto software, parece satisfecho de forma razonable a tenor de los resultados de las preguntas P01 y P02. De las preguntas P03 y P04 se deduce que la asignatura satisface de forma razonable sus objetivos, pues el alumno se encuentra más preparado al final para el desarrollo de proyectos software.

Acercas del uso del proyecto como canalizador del conocimiento y nexos de unión entre teoría y práctica, el rendimiento parece haber sido bastante óptimo, tal como se deduce de los resultados para la pregunta P06. La pregunta P05 ilustra como el proyecto ha servido para que el alumno aprenda qué es lo que la industria espera de él una vez egresado, mostrándole la utilidad práctica del conocimiento adquirido.

Las preguntas P07 y P08 indican que los seminarios sobre competencias transversales han sido de utilidad para el alumnado, aspecto por el cual nos felicitamos, aunque los valores de la dispersión muestran que debemos seguir mejorando. Por contra, esperábamos mejores resultados para la pregunta P09. Creemos que ello se debe una vez que comienza el trabajo real, la ilusión inicial provocada por la temática del trabajo desaparece. A ello se une el hecho de que el fútbol, a la par que pasiones, levanta odios, como se puede deducir del alto valor de la dispersión para esta pregunta.

Los resultados para las preguntas P10 a P13 muestran la eficacia del sistema de revisión por pares y de los mecanismos de seguimiento y evaluación continua. Los resultados son satisfactorios, pero de nuevo los valores para la desviación nos indican que hay espacio para la mejora en este aspecto, sobre todo en lo concerniente a la utilidad de las correcciones recibidas.

No se ofrecen datos relativos a la tasa de éxito del presente curso con respecto a la de cursos anteriores ya que por las características particulares de los cursos anteriores, no podemos considerar dichos datos como valores fiables del aprendizaje de los alumnos. Mientras que las tasas de éxito estaban en torno al 100% de los matriculados, tal como comentamos al principio de este artículo, el grado de satisfacción de

los objetivos del aprendizaje observado durante la dirección de proyectos fin de carrera parecía distar bastante de dicho valor.

## 6. Sumario y trabajos futuros

Este artículo ha presentado la experiencia vivida, las innovaciones realizadas y las lecciones aprendidas, tras la aplicación de una estrategia de aprendizaje basada en proyectos a una asignatura de Ingeniería del Software. El objetivo era que los alumnos aprendiesen a desarrollar proyectos mediante el propio desarrollo de un proyecto. Mediante la aplicación de técnicas basadas en portafolios, mejoramos el seguimiento y la evaluación de los alumnos. Para hacer la técnica de seguimiento y evaluación sostenible, aplicamos evaluación por pares, lo que contribuyó también a fomentar el aprendizaje. Además, aplicamos ciertas técnicas para mantener la motivación del alumnado, como la selección de temas que les resultasen atractivos o el fomento de una sana competitividad entre ellos.

Como trabajos futuros, pretendemos aplicar la misma estrategia a la segunda parte de la asignatura, Ingeniería del Software II, de forma que cada grupo continúe trabajando en el mismo proyecto durante la segunda parte de la asignatura. De esta forma, ambas asignaturas quedarían mejor cohesionadas.

Es también nuestra intención investigar las facilidades que ciertas extensiones de moodle, como Mahara [6], pueden ofrecernos de cara a mejorar la gestión de la asignatura y el desarrollo de los diferentes proyectos y portafolios.

Por último, intentaremos diseñar mejores técnicas de evaluación del rendimiento de cada alumno, de forma que la calificación sea más acorde a la contribución de cada alumno dentro del grupo, evitando que se siga, como ha ocurrido en este curso, un esquema de *café para todos* [2]. Para ello aplicaremos buena parte de las pautas y consejos proporcionados por Valero y Zubia [14].

## Agradecimientos

Este trabajo se encuadra dentro del proyecto de innovación docente “*Aprendizaje basado en proyectos para Ingeniería del Software*”, financiado por la Universidad de Cantabria.

	Pregunta	Media	Desv.
P01	Distingo qué elementos pertenecen a cada fase del ciclo de vida	3.58	0.58
P02	Soy capaz de relacionar elementos de distintas fases	3.46	0.58
P03	Mi confianza para desarrollar un proyecto software al comienzo era	2.38	0.72
P04	Mi confianza para desarrollar un proyecto software al final es	3.63	0.57
P05	El proyecto me ha ayudado a comprender cual será mi labor profesional	3.71	0.78
P06	El proyecto me ha ayudado a comprender la teoría	4.04	0.56
P07	Los seminarios sobre trabajo eficaz en grupo me han ayudado	3.29	0.79
P08	El seminario sobre cómo realizar presentaciones me ha ayudado	3.70	0.54
P09	El tema del proyecto me ha parecido interesante	3.33	0.89
P10	Revisar el trabajo de otros nos ha servido para mejorar	3.65	0.71
P11	Las correcciones recibidas me han servido para mejorar	3.42	0.80
P12	He sido consciente de mi estado con respecto al nivel exigido	3.54	0.71

Cuadro 1: Resultados del test del rendimiento de la estrategia aplicada

## Referencias

- [1] Ann Bullock y Parmalee P. Hawk. *Developing a Teaching Portfolio: A Guide to Preservice and Practicing Teachers*. Prentice Hall, Julio 2004.
- [2] Manuel Enciso, Carlos Rossi, y Eduardo Guzmán. *Evaluación del trabajo en grupo: ¿café para todos?* Simposio-Taller de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, págs 91–98, Sevilla (España), Julio 2011.
- [3] Max Lüscher. *The Lüscher Color Test*. Pocket, Septiembre 1990.
- [4] Thom Markham, John Larmer, y Jason Ravitz. *Project Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers*. Buck Institute for Education, 2 edición, Mayo 2003.
- [5] Marie G. McIntyre. *The Management Team Handbook: Five Key Strategies for Maximizing Group Performance*. Jossey-Bass, Mayo 1998.
- [6] Ellen Marie Murphy. *Mahara 1.4 Cookbook*. Packt Publishing, Septiembre 2011.
- [7] Jesús Serrano-Guerrero, Francisco P. Romero, Emilio Fdez-Viñas, y José A. Olivas. *La sobre-evaluación*. Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU), Sevilla (España), Julio 2011.
- [8] Elliot Soloway. How the Nintendo Generation Learns. *Communications of the ACM*, 34(9):23–26, Septiembre 1991.
- [9] Ian Sommerville. *Software Engineering*. Addison Wesley, March 2010.
- [10] Dannelle D. Stevens and Antonia J. Levi. *Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time, Convey Effective Feedback and Promote Student Learning*. Stylus Publishing, November 2004.
- [11] Pablo Trinidad, Manuel Resinas, Carlos Müller, José A. Parejo, y Antonio Ruiz-Cortés. *Aprendiendo a diseñar software usando juegos de mesa de licencia libre como enunciado de prácticas*. Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU), Sevilla (España), Julio 2011.
- [12] Richard L. Upchurch and Judith E. Sims-Knight. *Portfolio use in Software Engineering Education: An Experience Report*. Proc. of the 32nd Conference Frontiers In Education (FIE), págs S2G–1 – S2G–6 vol.3, Boston (Massachusetts), November 2002.
- [13] Miguel Valero-García. *Cómo nos ayuda el Tour de Francia en el diseño de programas docentes centrados en el aprendizaje*. *Novática*, 170:42–47, 2004.
- [14] Miguel Valero-García and Javier García Zubia. *Cómo empezar fácil con PBL*. Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU), págs 109–116, Sevilla (España), Julio 2011.