

## Un modelo para diseñar actividades de aprendizaje en la enseñanza de ingenierías

## A model for designing learning activities in engineering teaching

**Otero Calviño, B.**  
**Rodríguez Luna, E.**

Universitat Politècnica de Catalunya (España)

**Otero Calviño, B.**  
**Rodríguez Luna, E.**

Universitat Politècnica de Catalunya (España)

### Resumen

En los actuales momentos nuestros estudiantes se encuentran bastante desmotivados a la hora de asistir a clase y de trabajar. Esto conduce a que sea necesario que el profesor introduzca cambios en sus clases que lo lleven a diseñar actividades de aprendizaje como base fundamental de su enseñanza. El presente documento propone un modelo para diseñar actividades de aprendizaje en asignaturas de cursos básicos de ingeniería. Las actividades propuestas pretenden motivar a los estudiantes, promover su aprendizaje y fortalecer las competencias genéricas de comunicación oral, trabajo en equipo y aprendizaje autónomo.

### Abstract

Nowadays our students are quite discouraged attending lectures and working. This leads teachers to introduce changes in their lectures which conduct them to design new learning activities as the basis of their teaching. This paper proposes a model for designing learning activities in basic engineering courses. The proposed activities aim to motivate students, promote learning and strengthen the generic skills of oral communication, teamwork and autonomous learning.

The paper discusses the use of two templates to design activities. The former contains general information about the activity, while the latter contains

El artículo plantea el uso de dos fichas para diseñar las actividades. La primera ficha contiene información general de la actividad, mientras que la segunda ficha contiene todos los detalles para el desarrollo de la misma. Generalmente esta segunda ficha servirá como material para que los estudiantes desarrollen la actividad, sin embargo en algunos casos será necesario añadir algún material complementario (web, guías, etc.).

El artículo describe cómo aplicar el modelo propuesto a cinco actividades de aprendizaje aplicadas en la enseñanza de cursos básicos de programación para ingenieros. Además, el artículo propone y muestra el uso de dos rúbricas para evaluar las actividades de: elaboración de videos y proyecto. Por último, el trabajo muestra las valoraciones de los estudiantes respecto a las actividades de aprendizaje que han desarrollado. En general, los estudiantes se encuentran satisfechos con las actividades realizadas y las encuentran provechosas para mejorar su aprendizaje y adquirir nuevas competencias.

**Palabras clave:** educación superior, enseñanza ingenierías, competencias genéricas, actividades de aprendizaje.

all the details for the development of the activity. Usually the latter will serve as material for students to develop the activity; however in some cases it will be necessary to add some additional documentation (web, guides, etc.).

The paper describes how to apply the proposed model to five learning activities of basic engineering programming courses. Moreover, the article proposes the usage of two rubrics to assess two of the activities. Finally, the paper presents the student ratings for the learning activities developed. In general, students are satisfied with the activities and they found the activities helpful for enhancing their learning and for acquiring new skills.

**Key words:** higher education, teaching engineering, generic skills, learning activities.

## Introducción

Después de la entrada en vigor del espacio europeo de educación superior, el modelo de enseñanza-aprendizaje ha cambiado haciendo que el aprendizaje del estudiante deje de estar centrado en la transmisión de conocimiento y pase a estar centrado en el aprendizaje de los estudiantes. De esta forma, el papel que juega el profesor y el estudiante cambian, haciendo que el primero deje de ser actor y pase a ser diseñador del escenario, mientras que el segundo deje de ser espectador y pase ahora a ser actor. Este nuevo modelo de aprendizaje hace que el estudiante controle y gestione su propio aprendizaje permitiéndole desarrollar su propia autonomía e independencia.

Teniendo en cuenta esta nueva visión, es necesario que el profesor introduzca cambios en la presentación de sus contenidos, haciendo que este se concentre en el diseño de tareas como base fundamental de su enseñanza (Zabalza, 2011). Por otro lado, el estudiante, con este nuevo modelo de aprendizaje, adquiere nuevos compromisos y responsabilidades que lo conducen a formar parte activa de su aprendizaje y de su proceso de evaluación.

Según Conole (Conole, 2008) y Laurillard (Laurillard, 2006) el diseño de las actividades de aprendizaje de los estudiantes es una manera de anticipar los itinerarios que los estudiantes realizarán para aprender un contenido y adquirir unas competencias determinadas. El diseño de estas actividades debe facilitar y describir toda la información requerida por parte de los profesores para poder aplicar la actividad de aprendizaje (Falconer y Littlejohn, 2006). También, el diseño debe describir las tareas y los recursos necesarios que permitan hacer realidad su aplicación. De esta forma, los diseños de actividades de aprendizaje pueden servir como modelos o fuentes de inspiración para otros profesores, lo que hace que no se limite su aplicación a un área de conocimiento determinada, sino que puedan ser compartidos y mejorados por otros profesores.

Un estudio reciente en el que participaron 51 docentes universitarios de diferentes áreas de conocimiento ha clasificado las actividades de aprendizaje en 7 grupos de actividades: asimilativas, de gestión de la información y de aplicación, comunicativas, productivas, experimentales y evaluativas (Marcelo *et al.*, 2014). Este estudio demuestra que las actividades asimilativas son las más utilizadas por los docentes, siendo estas actividades en donde el estudiante recibe información a través del profesor. Entre estas actividades se encuentran: las clases presenciales, la lectura de artículos o libros, y la vista de videos o presentaciones, entre otras. Todo esto conduce a concluir que es necesario que los profesores realicen otras actividades que sean más relevantes en el aprendizaje de los estudiantes.

Este artículo describe la metodología a seguir para realizar el diseño de actividades de aprendizaje. Esta metodología incluye dos plantillas que contienen información, general y detallada, de la actividad a realizar. Entre los detalles que se incluyen en estas fichas se encuentran, entre muchos otros: el tiempo de preparación que debe emplear el profesor, los materiales utilizados, los objetivos, la duración y los prerrequisitos de la actividad. Con la propuesta de esta metodología de diseño queremos ofrecer a nuestros compañeros un modelo que les ayude en el diseño y puesta en marcha de nuevas actividades de aprendizaje en su enseñanza, pero que, en ningún momento lo consideramos una metodología definitiva ya que pensamos que puede mejorarse con la experiencia de otros docentes.

Adicionalmente, el artículo presenta algunas actividades de aprendizaje aplicadas a cursos básicos de programación en la enseñanza de las ingenierías, durante los años académicos 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013. Para cada actividad descrita, las autoras comentan los pasos a seguir para diseñar y poner en práctica la actividad. Para cada actividad se indica su duración, la distribución y uso del espacio de aplicación, el resultado esperado y cómo se realiza la evaluación de la actividad, entre otras cosas. Para este último caso, las autoras proponen la aplicación de rúbricas que determinarán la nota obtenida en cada actividad.

Por último, el artículo muestra el grado de satisfacción que tienen los estudiantes al realizar las actividades utilizando una encuesta que valora los aspectos más relevantes de cada actividad. Esperamos que nuestras experiencias sean de interés para otros profesores que deseen aplicar técnicas de aprendizaje innovadoras en sus clases.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: la sección 2 describe el estado del arte relacionado con el diseño de actividades de aprendizaje y la aplicación de dichas actividades en la enseñanza de ingenierías. La sección 3 presenta la metodología que proponemos para el diseño de las actividades de aprendizaje. La sección 4 aplica la metodología propuesta a las actividades realizadas en nuestros cursos de programación. La sección 5 presenta dos rúbricas para realizar la evaluación de tales actividades. La sección 6 muestra el nivel de satisfacción de los estudiantes para cada una de las actividades de aprendizaje realizadas. Por último, la sección 7 muestra las conclusiones del trabajo.

## Trabajos relacionados

Existen una gran cantidad de publicaciones que describen lo que hacen los buenos profesores indicando cómo estos enseñan (Bain, 2005), pero realmente lo interesante es saber cómo aprenden nuestros estudiantes y diseñar las actividades de aprendizaje que les llevan a generar conocimiento (educalAB, 2014). Las actividades de aprendizaje son recursos para conseguir el aprendizaje y comprobar que este aprendizaje se ha adquirido. De esta forma, el diseño de actividades de aprendizaje incluye tareas cuidadosamente secuenciadas de acuerdo con algunos principios pedagógicos, así como los recursos y mecanismos de apoyo necesarios para ayudar a los estudiantes a lograr su desarrollo y comprensión (Koper, 2004) (Joint Information System Committee, 2006).

A pesar de la gran diversidad de actividades de aprendizaje que pueden diseñarse (Barba *et al.* 2012), un estudio realizado en algunas universidades españolas indica que la gran mayoría de los profesores continua utilizando como actividades de aprendizaje más frecuentes las actividades asimilativas, es decir, aquellas que buscan promover la comprensión por parte de los alumnos de determinados conceptos, que el profesor presenta, ya sea de forma oral, escrita o visual. Todo esto conlleva a concluir que es necesario formar a los docentes y promover el diseño de otras actividades de aprendizaje que motiven a los estudiantes (Marcelo *et al.*, 2014). Este trabajo pretende ofrecer un modelo de diseño que facilite la puesta en práctica de actividades de aprendizaje en las clases y que anime a otros compañeros a incluirlas en sus cursos.

En la literatura es difícil encontrar un modelo genérico que permita diseñar de forma pautada y que incluya todos los aspectos que caracterizan a una actividad de aprendizaje. En muchos casos, los trabajos relacionados describen ejemplos de actividades asociadas con un ámbito de conocimiento concreto y no describen de manera precisa la metodología empleada para el diseño de la actividad (Chan, 2006; Jacob, 2003; Penzo *et al.*, 2010; Sánchez, 2009). Otros trabajos, orientados al *e-learning*, proporcionan plataformas didácticas que permiten que los profesores intercambien información y compartan materiales (López, 2005; Mota *et al.*, 2011). Sin embargo, en estos entornos, el profesor que quiere diseñar la actividad debe buscar y adaptar ese material a la actividad específica y al objetivo que quiere alcanzar en sus cursos, tarea

que resulta a veces más complicada y costosa en tiempo que si realizara el propio diseño de la actividad de aprendizaje desde cero. Llegados a este punto nos encontramos entonces con el problema de saber a ciencia cierta qué aspectos deberíamos incluir en la actividad para que pueda ser provechosa para nuestros estudiantes. Esta búsqueda también conlleva tiempo, y en algunos casos incluye la posibilidad de que no lo hagamos de forma efectiva. Algunos trabajos ofrecen orientaciones para realizar el diseño de las actividades pero no presentan un modelo o pauta a seguir concreto, que sea independiente de la temática de aplicación, y que permita elaborar la ficha de la actividad de aprendizaje (Castillejo *et al.*, 1992; Jacob, 2003). En este trabajo planteamos un modelo más completo que puede ofrecer dos vistas de la actividad y que el docente fácilmente puede aplicar a cualquier área de conocimiento.

## Metodología de diseño

Esta sección muestra las siete pautas a seguir para diseñar actividades de aprendizaje. A continuación describimos cada uno de estos pasos.

**Primer paso:** Definir los objetivos de aprendizaje asociados a la actividad. Este paso requiere que el profesor piense que parte de la asignatura le gustaría mejorar.

**Segundo paso:** Identificar el público al que va dirigida la actividad. Puede ser un grupo de estudiantes concreto que tenga alguna deficiencia técnica, como por ejemplo la adquisición de conocimientos técnicos previos requeridos en la asignatura, o por otro lado, la actividad puede estar dirigida a todo el colectivo de estudiantes de la asignatura. En ambos casos el docente deberá determinar si la actividad de aprendizaje se realiza de forma individual o en grupo.

**Tercer paso:** Elegir la actividad de aprendizaje. Para esto el docente debe buscar documentación que explique diferentes actividades de aprendizaje. Generalmente, llegado este punto, el docente no va a ciegas. Seguramente ya tiene referencias sobre una actividad concreta que ha visto, leído o que algún compañero ya le ha explicado y que además ha funcionado en los cursos en donde se ha realizado esa actividad de aprendizaje. Sin embargo, también es posible que a partir de una idea, el docente quiera determinar las actividades de aprendizaje que puede utilizar para poner en práctica su idea.

En cualquier caso, después de estudiar las actividades de aprendizaje que resultan de interés, el docente deberá seleccionar aquella que se ajuste mejor a sus aptitudes y recursos.

**Cuarto paso:** Preparación de la ficha de la actividad. Cuando diseñamos, como docentes nos interesa guardar cierta información relevante del trabajo que vamos haciendo. Para guardar esta información proponemos el uso de dos fichas, donde la primera incluye una vista general de la actividad y la segunda contiene una vista más detallada de la actividad. Detalles sobre la información que registran estas fichas pueden consultarse en las figuras 1 y 2. El uso de estas fichas permitirá guardar información de la actividad para que en próximas ediciones sea más sencillo ponerla en práctica, haciendo que el docente pueda amortizar mucha parte del trabajo de diseño que ha realizado anteriormente. Estas fichas también serán muy útiles para los estudiantes, especialmente

la ficha de vista detallada, que es la que se proporcionará a los estudiantes en la mayoría de actividades, para que realice la actividad.

**Quinto paso:** Elaborar la guía que describe la labor del docente y la de los estudiantes. En algunas actividades, las fichas de actividad no son suficientes para describir la puesta en práctica de la actividad, ya que están relacionados con un contenido concreto o harían muy extensa la descripción de la actividad en la ficha, desvirtuando un poco el uso de la ficha. El desarrollo de esta guía debe ofrecer los detalles necesarios para poner en práctica la actividad y que no hayan sido incluidos en la ficha de actividad (vista detallada).

**Sexto paso:** Diseñar las plantillas para monitorizar las diferentes etapas de trabajo de la actividad de cada estudiante. Generalmente, las actividades tienen planificadas entregas preliminares a la entrega final que controlan el desarrollo adecuado (en el tiempo) de la actividad. Para ofrecer un *feedback* adecuado a los estudiantes y controlar el trabajo realizado en cada entrega, el docente diseña plantillas que el estudiante debe incluir en estas entregas preliminares.

**Séptimo paso:** Diseñar las rúbricas para realizar el proceso de evaluación de la actividad. El docente deberá disponer de un mecanismo que le permita evaluar la actividad de aprendizaje.

Este proceso de evaluación deberá ser sencillo y no deberá suponer un esfuerzo muy grande por parte del profesor para poder evaluar la actividad. El uso de estas rúbricas ayuda también al estudiante para que tenga conocimiento de los aspectos de la actividad que serán evaluados y la puntuación que tendrá cada uno de ellos.

En el apéndice A.1 y A.2 se muestran ejemplos de cómo utilizar las fichas mostradas en las figuras 1 y 2 para las actividades de video y de proyecto, actividades que describiremos en la próxima sección.

**Nombre de la actividad:** ¿Cuál es el nombre de la actividad?  
**Objetivos de la actividad:** ¿Cuál es el producto previsto?  
**Prerrequisitos:** ¿Qué deben conocer los alumnos y los profesores?  
**¿Quién la realiza?:** La actividad es individual o en grupo.  
**Tiempo de preparación:** ¿Cuánto tiempo le lleva al profesor diseñar la actividad? Este tiempo inicialmente puede estimarse y posterior a realizar la ficha de vista detallada, puede ajustarse.  
**Materiales:** ¿Qué materiales utiliza el profesor en el diseño de la actividad?  
**Duración:** ¿Qué tiempo le lleva al docente diseñar, aplicar y evaluar la actividad? ¿Qué tiempo le lleva al estudiante realizar la actividad?  
**Dificultades previstas:** ¿Qué problemas podemos encontrar durante el desarrollo de la actividad?

**Figura 1.** Ficha de la actividad (vista general).

<p><b>Nombre de la actividad:</b> ¿Cuál es el nombre de la actividad?</p> <p><b>Carácter de la actividad:</b> ¿Cuál es el carácter de la actividad: obligatoria u opcional?</p> <p><b>Objetivos de aprendizaje:</b> ¿Cuáles son los objetivos temáticos que desarrolla la actividad?</p> <p><b>Competencias:</b> ¿Cuáles son las competencias transversales que se desarrollan en la actividad?</p> <p><b>Prerrequisitos y bibliografía:</b> ¿Qué deben conocer los alumnos y los profesores? ¿Cuál es la bibliografía asociada a los prerrequisitos?</p> <p><b>Planificada para realizar en:</b> ¿Cuándo se inicia la actividad?</p> <p><b>Duración:</b> ¿Cuál es el tiempo de desarrollo de cada etapa de la actividad? Este tiempo ¿pertenece a horas lectivas o corresponde a horas que no están contempladas en el horario de clase?</p> <p><b>Organización:</b> ¿Cuál es la cantidad de estudiantes de cada grupo de trabajo? ¿Quién los elige?</p> <p><b>Espacio utilizado:</b> ¿Cuáles son los espacios que pueden utilizar para realizar la actividad y durante cuanto tiempo pueden hacer uso de ellos?</p> <p><b>Descripción:</b> ¿En qué consiste la actividad?</p> <p><b>Recursos para el aprendizaje:</b> ¿Cuál es la bibliografía que debe consultarse para realizar la actividad?</p> <p><b>Entregas:</b> ¿Cuántas entregas hay que realizar y cuando?</p> <p><b>Feedback:</b> ¿Cuándo y cómo se realiza <i>feedback</i> de cada una de las entregas de la actividad?</p> <p><b>Evaluación:</b> ¿Cómo se realiza la evaluación de la actividad?</p> <p><b>Resultados:</b> ¿Cuáles son las conclusiones de haber realizado la actividad? ¿Cuáles han sido los resultados?</p>
--

Figura 2. Ficha de descripción de la actividad (vista detallada).

## Actividades

Esta sección describe todas las actividades de aprendizaje realizadas en las asignaturas de programación de los cursos básicos de los grados de Ingeniería ofrecidos en la Escuela Técnico Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Cataluña (ETSETB-UPC). Concretamente, los cursos básicos corresponden con las asignaturas de: Introducción a los Ordenadores (IO), Fundamentos de Ordenadores (FO) y Metodología de la Programación Orientado a Objeto (MPOO). En promedio, la cantidad total de estudiantes matriculados en estas asignaturas es de 400 estudiantes para las dos primeras asignaturas y de 240 para la última.

Cada actividad propuesta en el trabajo, incluye una breve descripción de su diseño y aplicación, así como también el método de evaluación utilizado. En total, el trabajo muestra el diseño de cinco actividades diferentes, donde dos de ellas se realizan individualmente, y el resto se realiza en grupo. Todas las actividades propuestas contribuyen positivamente en el aprendizaje de los estudiantes, sin embargo, las

actividades realizadas en grupo benefician a los estudiantes, no sólo porque proporcionan una manera más dinámica y entretenida de aprender, sino también porque les permiten adquirir más conocimientos y habilidades (de gestión, planificación y resolución de conflictos), haciendo que su proceso de aprendizaje sea más útil.

## Cuestionarios

Un cuestionario es un método para la obtención, la comprensión, y la recolección de información. En nuestros cursos básicos utilizamos esta herramienta para enseñar algunos temas en las asignaturas de IO y FO. En este apartado describimos cómo hacemos uso del cuestionario en la asignatura de IO. Para la asignatura de FO la aplicación de la actividad es la misma, sólo cambian las preguntas de cada cuestionario. Esta actividad fomenta el estudio independiente de los estudiantes promoviendo su aprendizaje autónomo.

La asignatura de IO está compuesta por seis temas. Para cada tema se diseñan seis cuestionarios, compuestos aproximadamente de 25 preguntas cada uno. Estos cuestionarios se encuentran disponibles para los estudiantes en la plataforma virtual atenea<sup>1</sup>. Cada cuestionario está formado por preguntas de respuesta simple o múltiple. En la respuesta simple los estudiantes escriben su propia solución, mientras que en la respuesta múltiple el estudiante debe seleccionar una respuesta entre las posibles respuestas sugeridas para cada pregunta. Para responder cada pregunta el estudiante dispone de tres intentos. En cada intento la respuesta puede ser de tres tipos: correcta, parcialmente correcta o incorrecta. En caso de equivocación de la respuesta, el cuestionario no ofrece pistas de la solución. Cada tipo de respuesta tiene diferente puntuación. Por ejemplo, si la respuesta es parcialmente correcta el estudiante obtiene la mitad de la puntuación de esta pregunta. De esta forma, la nota final obtenida en cada cuestionario es la suma de la nota obtenida en cada pregunta. El estudiante puede responder el mismo cuestionario tantas veces como lo desee. En esta actividad, el estudiante recibe inmediatamente una autoevaluación sobre su proceso de aprendizaje.

## Edición de videos

En este apartado describimos cómo utilizamos los videos para promover el aprendizaje cooperativo en las asignaturas de FO y MPOO. Además esta actividad contribuye favorablemente en el desarrollo de las competencias genéricas de comunicación oral y de trabajo en equipo.

En la asignatura de FO, los estudiantes realizan la edición de un video para explicar conceptos específicos relacionados con algún tema de la asignatura considerando algunas pautas de diseño. Estos conceptos no han sido explicados previamente en clase por el profesor. La duración del video no puede exceder los 10 minutos. El profesor organiza la clase en grupos formados por tres estudiantes. Cada miembro del grupo deberá estudiar individualmente los conceptos requeridos, para posteriormente ponerlos en común con el resto de miembros del grupo. Posteriormente, los estudiantes editan el video incluyendo la explicación de estos conceptos. En el video deben participar equitativamente todos los miembros del grupo. El apéndice A.1 describe el diseño de esta actividad utilizando las plantillas mostradas en la sección anterior.

<sup>1</sup> <https://atenea.upc.edu/moodle/login/index.php>



En la asignatura de MPOO la actividad de edición de videos forma parte del desarrollo de la actividad de puzzle.

### Elaboración de mapas conceptuales

Esta sección describe como se utilizan los mapas conceptuales en las asignaturas de FO, IO y MPOO. Para simplificar la explicación sólo se menciona la puesta en marcha de la actividad para la asignatura de FO. Esta actividad fue pensada para mejorar el desarrollo de la competencia genérica de aprendizaje autónomo.

Los mapas conceptuales son una herramienta gráfica que permiten la organización y la representación del conocimiento. Dichos mapas incluyen conceptos, generalmente representados mediante círculos o cajas, así como también muestran las relaciones entre estos conceptos utilizando una línea de conexión. La construcción del mapa conceptual requiere un contexto, pregunta o enfoque de aplicación.

En la elaboración de un mapa conceptual, es necesario que el alumno identifique entre 15 y 25 conceptos vinculados con el contexto de aplicación. Estos conceptos se muestran y se ordenan desde los conceptos más generales (ubicados en la parte superior del grafo) a los más particulares (que se encuentran en la parte inferior del grafo). El siguiente paso es la construcción de un mapa conceptual preliminar utilizando un programa de computadora, por ejemplo CmapTools IHMC (Cañas *et al.*, 2004). Cada estudiante diseña su propio mapa conceptual en la clase para después ponerlo en común con el resto de compañeros. Por ejemplo, en la asignatura de FO los estudiantes diseñan un mapa conceptual para ilustrar el paso de parámetros de las funciones. Los estudiantes escriben una lista de 30 palabras y luego conectan estas palabras dependiendo de la interrelación que exista entre ellas. Además, las palabras deben estar ordenadas por niveles de jerarquía, haciendo que las palabras de los niveles superiores del grafo sean más genéricas que las palabras de los niveles inferiores del mismo.

### Puzzle

Este apartado describe el uso de la actividad de puzzle en la asignatura de MPOO. Esta actividad fortalece el desarrollo de las competencias genéricas de aprendizaje autónomo, comunicación oral y trabajo en equipo.

El puzzle se utiliza para estudiar el tema de las colecciones de objetos de Java, que se componen de tres subtemas: conjuntos, listas y mapas. Los estudiantes se organizan en grupos formados por tres estudiantes y cada uno de ellos se convierte en el responsable de uno de los subtemas. Cada miembro del grupo estudia individualmente el subtema que tiene asignado. Luego, cada miembro del grupo se reúne con los miembros de otros grupos que también han estudiado el mismo subtema (expertos) y entre ellos ponen en común los conocimientos adquiridos y resuelven las dudas planteadas por cada uno. En esta reunión de expertos, que tiene lugar en el aula, el profesor también participa. Después de la reunión, cada experto prepara un video para los otros dos miembros de su equipo donde explica el subtema y muestra algunos ejercicios guiados con sus correspondientes soluciones ya sea, en papel o en un fichero de texto. A continuación, los miembros del equipo ven los videos preparados por los otros compañeros y resuelven los problemas que estos han propuesto. Por último, cada equipo se reúne para aclarar sus dudas.

## Proyectos

En esta sección describiremos cómo la actividad de proyecto se ha diseñado e implementado en dos asignaturas (FO y MOO), ambas pertenecientes a los cursos básicos de enseñanza superior en ingeniería. Para estos cursos básicos, el proyecto está más guiado, se realiza en grupos más pequeños de estudiantes, el tiempo empleado en su desarrollo es menor y el alcance del proyecto es menos ambicioso en comparación con proyectos de asignaturas de los últimos cursos. Esta actividad mejora la competencia genérica de trabajo en equipo.

En la asignatura de FO, los estudiantes realizan a partir de la semana 10 de clase (de 14 semanas que dura el cuatrimestre), un proyecto cuyas especificaciones y trabajo a realizar se encuentra muy pautado. Los estudiantes se organizan en equipos formados por 3 estudiantes para realizar la implementación de una aplicación utilizando el lenguaje de programación C. El proyecto está dividido en cinco entregas previamente planificadas. La tercera y la quinta entrega se realizan de forma individual, mientras que el resto de las entregas se realiza en equipo. En la entrega individual cada miembro del equipo realiza un trabajo diferente. Esta entrega contiene tres opciones a implementar. El profesor indica a cada estudiante que opción de las tres posibles debe implementar en su entrega individual. Posterior a que cada equipo realiza a través del campus virtual sus entregas y aproximadamente 1 semana después de realizarlas, el profesor ofrece feedback sobre el trabajo realizado, así como una valoración numérica del mismo, para lo que utiliza una rúbrica de evaluación.

Durante los dos últimos años de la edición de esta actividad en la asignatura, la aplicación a implementar ha sido un juego, lo que ha hecho que el proyecto sea más atractivo y motivador para los estudiantes. La actividad de proyecto se realiza fuera de las horas de clase, y el estudiante debe dedicar una media de 25 horas de trabajo, aproximadamente. El apéndice A.2 describe el diseño de esta actividad utilizando las plantillas mostradas en la sección anterior.

En la asignatura de MPOO, los alumnos realizan durante la segunda parte del curso un proyecto en equipo formado por dos estudiantes. El proyecto incluye el análisis de requisitos, el diseño de la aplicación, y la implementación de una aplicación utilizando el lenguaje de programación Java. De esta forma, el proyecto está organizado en tres fases:

- En la primera fase los estudiantes realizan el diseño de la aplicación, para lo cual definen los casos de uso, el modelo conceptual, los diagramas de clases y de secuencia de la aplicación. Para poder realizar esto, el profesor proporciona a los estudiantes un documento detallado que incluye los requisitos y el análisis de la aplicación. Este documento define claramente el alcance del proyecto.
- En la segunda fase los estudiantes realizan la implementación de la aplicación basada en el diseño que han realizado en la fase anterior. En esta fase los estudiantes ponen en práctica los conceptos adquiridos durante el curso (clase, objeto, encapsulación, herencia y polimorfismo).
- Finalmente, en la tercera fase los estudiantes definen y manejan las excepciones de su aplicación.

Para monitorizar el progreso de cada equipo en cada fase, durante las sesiones de laboratorio los miembros del equipo comenta sus progresos y el profesor, si así se requiere, añade comentarios o da sugerencias al equipo para mejorar el trabajo realizado. Adicionalmente, y una semana después de que los equipos realizan la entrega de una fase, el profesor a través del campus virtual envía un *feedback* sobre el trabajo que cada equipo ha realizado.

## Métodos de evaluación de las actividades

Esta sección describe los métodos de evaluación utilizados para evaluar las actividades presentadas en la sección anterior. Para empezar diremos que tanto las actividades de cuestionarios como la de mapas conceptuales son actividades que no tienen evaluación en las asignaturas en donde se realizan, sólo sirven para que el estudiante compruebe lo que realmente sabe o clarifique sus conocimientos. Para el resto de actividades, mostraremos a continuación el método de evaluación utilizado e indicaremos el porcentaje que cada actividad representa sobre la nota final de la asignatura.

### Edición de videos

Esta actividad representa el 5% de la nota final de la asignatura de FO. La nota de esta actividad la determina el profesor utilizando la rúbrica de la Tabla 1.

### Puzzle

La actividad de puzzle representa el 5% de la nota final de la asignatura de MPOO. Esta nota se obtiene de la evaluación realizada por el profesor aplicando una rúbrica similar a la presentada para evaluar la actividad del vídeo (ver Tabla 1), pero que además tiene en cuenta la valoración de los ejercicios propuestos por los estudiantes para cada tema.

**Tabla 1.** Rúbrica para evaluar la actividad de edición del video.

Pautas	Descripción
Trabajo individual (2.5 puntos)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El/la estudiante ha hecho una buena presentación del tema y ha realizado una buena búsqueda en la literatura. Tiene conocimiento amplio del tema (2.5 puntos)</li> <li>2. El/la estudiante no ha entendido algunos conceptos (1.75 puntos)</li> <li>3. El/la estudiante tiene deficiencias técnicas del tema. Las referencias consultadas no son claras. (0.75 puntos)</li> </ol>
Trabajo en equipo (2.5 puntos)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La organización del grupo es buena (2.5 puntos)</li> <li>2. El equipo tiene algunos problemas de organización (1.5 puntos)</li> <li>3. Durante la presentación queda claro que algún miembro no ha trabajado en equipo (0 puntos)</li> </ol>
Estructura de la presentación (1.0 punto)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los miembros del equipo se presentan, realizan una introducción de lo que será su presentación y desarrollan todas las ideas principales (1.0 punto)</li> <li>2. Los miembros del equipo se presentan, pero a pesar de que explican todas las ideas principales de la presentación, los contenidos no quedan muy claros (0.5 puntos)</li> <li>3. Los miembros del equipo no explican claramente las ideas principales de la presentación (0 puntos)</li> </ol>
Contenidos técnicos (3.0 puntos)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El equipo explicó todos los contenidos (3.0 puntos)</li> <li>2. El equipo no ha explicado algunos contenidos (1.5 puntos)</li> </ol>
Originalidad de la presentación (1.0 punto)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La presentación es entretenida y amigable (1.0 punto)</li> <li>2. La presentación es aburrida (0 puntos)</li> </ol>

## Proyectos

En la asignatura de FO el proyecto representa el 70% de la nota final de laboratorio. La nota final de laboratorio representa el 40% de la nota final de la asignatura. La nota final de proyecto se obtiene a partir de las tres notas obtenidas por el estudiante en cada entrega del proyecto. Cada entrega tiene un porcentaje diferente sobre la nota final de proyecto, siendo respectivamente para cada entrega de: 35%, 45% y 20%. La evaluación de cada entrega se realiza considerando unos criterios de corrección que indican la penalización por cada error en la implementación asociada a cada entrega (ver Tabla n. 2).

En MPOO el proyecto representa el 30% de la nota final de la asignatura. La nota final del proyecto se calcula considerando los siguientes aspectos:

- El desarrollo del proyecto:** Esta parte representa el 20% de la nota final del proyecto y se califica por medio de tres entregas: Diseño (5%), implementación (10%) y excepciones (5%).
- La ampliación del proyecto:** Esta parte representa el 10% de la nota final del proyecto y consiste en una evaluación individual realizada por cada miembro del grupo, en la cual debe añadir una nueva funcionalidad a su proyecto. Esta evaluación se realiza en el laboratorio con un ordenador y tiene una hora de duración. Esta extensión individual tiene como objetivo principal verificar que los dos miembros del equipo han realizado conjuntamente el proyecto.

**Tabla 2.** Rúbrica utilizada para evaluar cada una de las entregas de la actividad de proyecto.

Criterio	Descripción
Funcionamiento (5.0 puntos)	La aplicación realiza correctamente todas las funcionalidades requeridas (5.0 puntos)
	La aplicación ha fallado menos de cuatro veces para los datos de prueba (3.0 puntos)
	La aplicación falla con frecuencia para los datos de prueba introducidos (1.0 punto)
Código (Indentación y documentación) (1.5 puntos)	Todo el código está bien documentado e indentado (1.5 puntos)
	Podría documentarse mejor el código o algunas indentaciones no son correctas (0.75 puntos)
	No hay indentación o faltan comentarios para explicar el código implementado (0.0 puntos)
Amigable (1.5 puntos)	El usuario en ningún momento tiene duda de cómo interactuar con la aplicación (1.5 puntos)
	En alguna ocasión el usuario tiene dudas sobre lo que debe hacer al ejecutar la aplicación (0.75 puntos)
	El usuario tiene dudas sobre la información que genera por pantalla la aplicación (0.0 puntos)
Robusto (2.0 puntos)	En ningún momento el programa se cuelga para los datos de prueba (2.0 puntos)
	Para uno o dos casos de prueba el programa se cuelga (1.25 puntos)
	El programa se cuelga para errores típicos (0.5 puntos)

## Resultados obtenidos

Una manera de medir la eficacia o la calidad de una actividad es a través de la retroalimentación recibida de los estudiantes. Para saber el nivel de satisfacción de los estudiantes e identificar posibles problemas en el diseño y aplicación de las actividades, realizamos una encuesta entre los estudiantes. La encuesta fue creada en línea usando los cuestionarios que ofrece Google Docs<sup>2</sup>. Las preguntas incluidas en dicha encuesta se muestran en la Tabla 3. Las preguntas se valoran considerando una escala del 1 al 5 (de totalmente en desacuerdo a totalmente de acuerdo). Cada actividad de la encuesta fue respondida, aproximadamente por el 40% - 60% de los estudiantes matriculados en cada asignatura. Las figuras 3, 4, 5 y 6 muestran la valoración media obtenida para cada pregunta en la encuesta del curso 2012-2013 para las actividades de: cuestionario, mapas conceptuales, videos y proyecto, respectivamente. Los resultados mostrados son un poco mejores a los obtenidos en ediciones anteriores de la actividad, ya que se han introducido algunas mejoras, por ejemplo, para la actividad de videos se ha limitado el tiempo de edición para que los estudiantes no inviertan tanto tiempo elaborando el video, y en la actividad de proyecto se han propuesto proyectos que se ajusten al tiempo que realmente debe dedicar el equipo. En ambas actividades se planifica más el trabajo a realizar por los estudiantes.

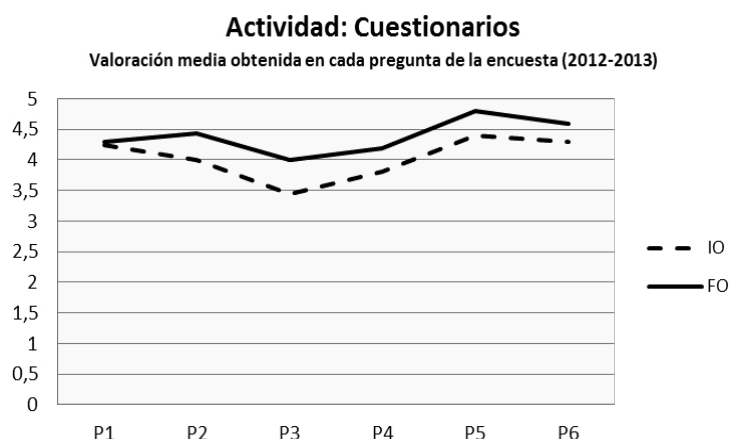
Las actividades más valoradas para la pregunta 1 son los mapas conceptuales y los cuestionarios, como se muestra en las figuras 3 y 4. Estas actividades son las que más contribuyen en el proceso de aprendizaje de los contenidos, apoyando a su vez el desarrollo de habilidades de aprendizaje autónomo.

Vale la pena señalar que esta actividad es adecuada para los estudiantes de asignaturas de los primeros años, ya que no tienen hábitos de estudio y estas actividades les motivan y les obligan a estudiar. Por otro lado, la actividad de video también ha sido una actividad evaluada muy positivamente (ver pregunta 6 en la figura 5). Los estudiantes disfrutaban enormemente la edición del video, además de mejorar su expresión oral para explicar lo que han aprendido sobre el tema o conceptos que les ha tocado preparar.

**Tabla 3.** Siete preguntas para valorar la actividad de aprendizaje

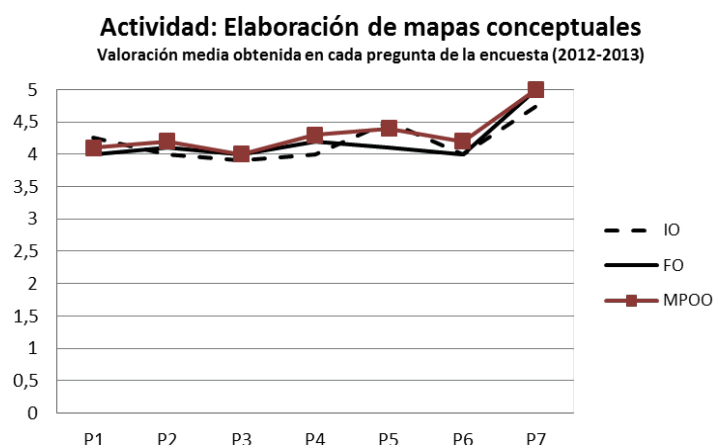
Pregunta	Descripción
P1.	La actividad ha contribuido a que entienda/aprenda los contenidos de la asignatura.
P2.	La actividad ha mejorado significativamente las competencias genéricas definidas en la asignatura.
P3.	El uso de herramientas TIC al desarrollar la actividad ha ayudado a mejorar el proceso de aprendizaje.
P4.	Estoy satisfecho con la calidad de la actividad.
P5.	El material/documentación suministrado para realizar la actividad es útil para el aprendizaje.
P6.	Las tareas no presenciales asociadas a la actividad resultan adecuadas para cumplir con los objetivos de la asignatura.
P7.	En las actividades en equipo, el funcionamiento del equipo durante el desarrollo de la actividad ha sido bueno.

<sup>2</sup> <https://docs.google.com>



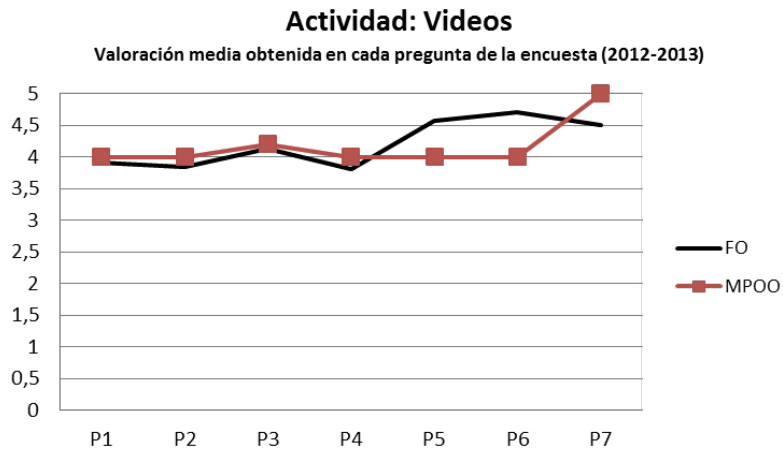
**Figura 3.** Valoraciones medias obtenidas para cada pregunta de la Tabla 3 en la actividad de cuestionario.

Por otra parte, creemos que esta actividad es muy útil hoy en día, ya que los alumnos buscan videos educativos en Internet para aclarar conceptos claves para ellos. Ejemplos de estos videos están relacionados con: cómo instalar un software concreto, cómo trabajar con un programa específico, o cómo resolver una ecuación matemática, entre otros. El sitio web de intercambio de videos gratis más popular que contiene contenidos creado por usuarios es YouTube (Lee y Letho, 2013), pero este es sólo un ejemplo entre muchos otros. Particularmente, para la actividad realizada algunos estudiantes, después de la evaluación, utilizaron YouTube como medio para compartir su video con otros compañeros de la clase. Por último, creemos que si la actividad de video se realiza en los primeros años de un grado y esta actividad se intensifica en los años siguientes, la habilidad de comunicación oral y la calidad de las presentaciones de los estudiantes mejoran sustancialmente respecto a aquellas en donde la actividad no se promueve.

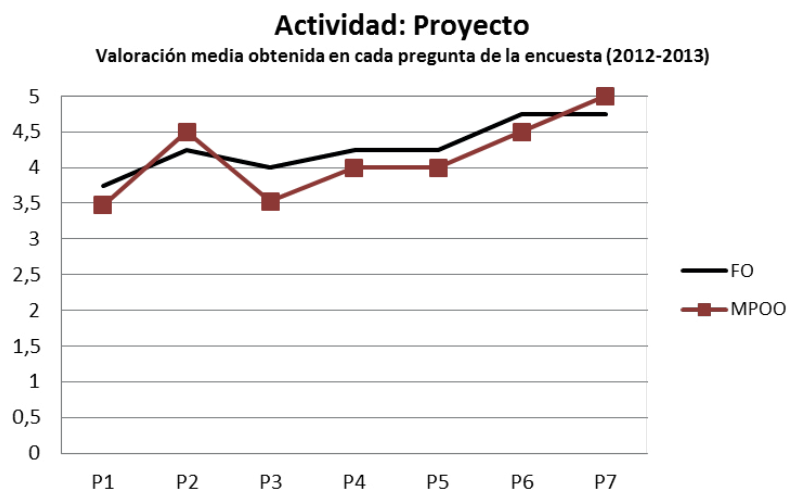


**Figura 4.** Valoraciones medias obtenidas para cada pregunta de la Tabla 3 en la actividad de mapas conceptuales.

La figura 6 muestra cómo la actividad de proyecto ha tenido la máxima valoración para las preguntas 2 y 6, lo que demuestra que la actividad contribuye con el desarrollo de las competencias genéricas de la asignatura y en particular, afianza la competencia de aprendizaje autónomo.



**Figura 5.** Valoraciones medias obtenidas para cada pregunta de la Tabla 3 en la actividad de video.



**Figura 6.** Valoraciones medias obtenidas para cada pregunta de la Tabla 3 en la actividad de proyecto.

Por otra parte, la actividad de puzzle junto con la actividad de proyecto, han sido las actividades mejores valoradas por los estudiantes como actividades para promover el logro de sus competencias genéricas.

La actividad del proyecto es, en general, de gran valor para las asignaturas de los primeros años, donde pequeños grupos de estudiantes trabajan juntos en un proyecto guiado, esto conduce a que los estudiantes mejoren su trabajo y afiancen el trabajo en grupo junto con la capacidad de gestión, factores ambos que tienen una incidencia notable en el proceso de aprendizaje. Aunque no se ha considerado en los cuestionarios, los estudiantes afirman que la actividad que requiere más esfuerzo es la actividad de proyecto.

En general, y para todas las actividades realizadas en grupo los equipos han funcionado muy bien y eso ha contribuido enormemente a que la actividad haya estado muy bien evaluada por parte del profesor. Los estudiantes adquieren un gran compromiso con el resto de miembros del equipo, por lo que su implicación en la actividad aumenta.

Por último, aunque no se incluye en este trabajo la evaluación de las actividades para diferentes años de aplicación, podemos afirmar que las actividades se mejoran en la medida en que la actividad se va realizando en ediciones posteriores. Los docentes mejoran el desarrollo de las actividades de acuerdo a la información suministrada verbalmente por los estudiantes o por los cuestionarios que pasan algunos profesores, atacando los puntos débiles detectados asociados a cada actividad durante el semestre y valorando la carga que les ha supuesto realizar las diferentes entregas de la actividad.

Como comentarios adicionales podemos añadir que:

Los estudiantes consideran que la preparación, estructura y presentación de las actividades resulta adecuada, realizar la actividad resulta muy productivo y mejora su aprendizaje, ya que ponen en práctica en el examen final los conocimientos adquiridos en cada actividad. Sin embargo, los propios estudiantes comentan que no todos los estudiantes del grupo trabajan, y que si no se tiene conocimiento anterior del desarrollo de la actividad resulta más difícil ponerla en práctica.

Respecto comentarios de los profesores podemos decir que, implantar este tipo de actividades conlleva a un elevado costo en términos de dedicación debido a la dificultad que supone la preparación de materiales, así como la tutorización y el seguimiento de los estudiantes. Además el profesor requiere motivar a los estudiantes para que se impliquen en la actividad y sea más efectiva.

## Conclusiones

Este artículo propone el uso de dos plantillas para realizar el diseño de actividades de aprendizaje y describe la puesta en práctica de cinco actividades de aprendizaje en asignaturas de programación de los primeros cursos en la enseñanza de ingenierías. Las plantillas propuestas, en la mayoría de los casos, incluyen todos los detalles para poner en práctica las actividades. Sin embargo, para algunos casos será necesario incluir algún material complementario, como por ejemplo guías, webs, etc. Adicionalmente el trabajo propone el uso de las fichas y de dos rúbricas para evaluar las actividades de: edición de videos y proyecto.

El trabajo presenta un análisis de la satisfacción que tienen los estudiantes de cada actividad realizada. Estas opiniones nos permiten concluir que: las actividades que más contribuyen al proceso de aprendizaje de los estudiantes son los mapas conceptuales y los cuestionarios; el video es la actividad más valorada como actividad no presencial, y las actividades de puzzle y proyecto son las actividades que tienen más influencia en el desarrollo de las competencias genéricas. Por último, todas las actividades en grupo incrementan la motivación de los estudiantes y su implicación en el equipo.



## Referencias bibliográficas

- Barba, J. J., Martínez, S. y Torrego L. (2012). El proyecto de aprendizaje tutorado cooperativo: una experiencia en el grado de maestra de Educación Infantil. *REDU-Revista de Docencia Universitaria*, 10(1), 123-144. <http://dx.doi.org/10.4995/redu.2012.6125>
- Bain, K. (2005). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Universitat de València.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Arroyo, M. y Carvajal, R. (2004). CmapTools: A knowledge modeling and sharing environment, *in Proc. of International conference on concept mapping*, 125-133. Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Castillejo, B., Rojo, P. M., Pineda, P., Pérez, E., Hernando, E., De la Fuente, C., Fernández, A. F. y Santamaría, E. (1992). Orientaciones para el diseño y elaboración de actividades de aprendizaje y de evaluación. Aula de Innovación Educativa. *Revista Aula de Innovación Educativa*, 6, 33-39.
- Chan, M. E. (2006). *Algunas ideas para el diseño de actividades de aprendizaje* [versión electrónica]. Recuperado el 25 de febrero de 2015 de: [http://www.uosario.edu.co/CGTIC/Documentos/algunas\\_ideas\\_para\\_actividades.pdf](http://www.uosario.edu.co/CGTIC/Documentos/algunas_ideas_para_actividades.pdf)
- Conole, G. (2008). Capturing Practice: The Role of Mediating Artefacts in Learning Design. En L. Lockyer, S. Bennett, S. Agostinho y B. Harper (eds.), *Handbook of Research on Learning Design and Learning Objects: Issues, Applications and Technologies*, 187-207.
- educaLAB (2014). *Dime cómo diseñas y te diré cómo aprenden tus alumnos* [versión electrónica]. Recuperado el 25 de febrero de 2015 de: <http://blog.educalab.es/inee/2014/01/09/dime-como-disenas-y-te-dire-como-aprenden-tus-alumnos/>
- Falconer, I. y Littlejohn, A. (2006). *Mod4L Report: Case Studies, Exemplars and Learning Designs* [versión electrónica]. Recuperado el 25 de febrero de 2015 de <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearningpedagogy/mod4lreportfinal.pdf>
- Jacob, I. (2003). *Diseño de actividades de aprendizaje para la innovación de la docencia de métodos formales de programación* [versión electrónica]. Universidad de Deusto, 1-10. Recuperado el 25 de febrero de 2015 de: <http://paginaspersonales.deusto.es/ines/Art%EDculos/cuieet2003.pdf>
- Joint Information System Committee (2006). Background to the JISC Circular 1/06. *Design for Learning Programme* [versión electrónica]. Recuperado el 25 de febrero de 2015 de [http://www.jisc.ac.uk/media/documents/funding/2006/02/circular01\\_06\\_designforlearning.pdf](http://www.jisc.ac.uk/media/documents/funding/2006/02/circular01_06_designforlearning.pdf)
- Koper, R. (2004). An Introduction to Learning Design. En R. Koper y C. Tattersall (eds.), *Learning Design. A Handbook on Modelling and delivering Networked Education and Training*, 3-20, Londres: Sage.
- Laurillard, D. (2006). Learning Design Futures: What are our Ambitions? En G. Minshull y J. Mole (eds.), *Proceedings of Theme 1 of the JISC OnlineConference: Innovating e-Learning*, 7-10.

- Lee, D. Y. y Lehto, M. R. (2013). User acceptance of YouTube for procedural learning: An extension of the technology acceptance model. *Computers & Education*, 61(1), 193-208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.001>
- López, C. (2005). *Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning*, Tesina doctoral [versión electrónica]. Universidad de Salamanca, 1-152. Recuperado el 25 de febrero de 2015 de: [http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/56649/1/DIA\\_Repositoriosobjetos.pdf.pdf](http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/56649/1/DIA_Repositoriosobjetos.pdf.pdf)
- Marcelo, C., Yot, C., Mayor, C., Sánchez, M. y Murillo, P. (2014). Las actividades de aprendizaje en la enseñanza universitaria: ¿hacia un aprendizaje autónomo de los alumnos? *Revista de Educación*, 363, 334-359.
- Mota, D., Vaz de Carvalho, C. y Reis, L. P. (2011). A conceptual model for a collaborative learning activities design, in *Proc. of Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1026-1031. Jordan: Princess Sumaya University for Technology in Amman. <http://dx.doi.org/10.1109/educon.2011.5773274>
- Penzo, W., Fernández, V., García, I., Gros, B., Pagès, T., Roca, M., Vallès, A., Vendrell, P. (2010). Guía para la elaboración de las actividades de aprendizaje. *Cuadernos de docencia universitaria*, 15, 1-67.
- Sánchez, A. A. (2009). Estrategias didácticas para el aprendizaje de los contenidos de trigonometría empleando las TICs [versión electrónica]. *Eduotec-e, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 31, 1-19. Recuperado el 25 de febrero de 2015 de: <http://edutec.rediris.es/revelec2/revelec31>
- Zabalza M. Á (2011). Metodología docente. *REDU-Revista de docencia Universitaria*, 9(3), 75-89. <http://dx.doi.org/10.4995/redu.2011.6150>

## Apéndice A. I: Fichas de la actividad de video

<b>Nombre de la actividad:</b> Edición de videos	<b>Tiempo de preparación:</b> 2h para elaborar plantillas 3h para elaborar guía detallada 1h para elaborar rúbrica
<p><b>Objetivos de la actividad:</b> realizar un video en donde los estudiantes expliquen un tema determinado de la asignatura, que previamente no ha sido explicado en clase y que es elegido por el profesor.</p> <p><b>Prerrequisitos:</b> La actividad no tiene prerrequisitos.</p> <p><b>¿Quién la realiza?:</b> La actividad se realiza en equipos formados por tres estudiantes.</p> <p><b>Materiales:</b> El profesor requiere utilizar un editor de texto para elaborar la guía detallada , las plantillas y la rúbrica.</p> <p><b>Duración:</b> El profesor requiere: 6h para diseñar la actividad, 2h para explicar la actividad y comentar algún video en clase, y alrededor de 15 minutos para evaluar cada video. El estudiante requiere dedicar 13 horas fuera del horario de clase para elaborar el video.</p> <p><b>Dificultades previstas:</b> Los estudiantes no están acostumbrados a este tipo de trabajo. El tiempo estimado para realizar la grabación del video puede ser mucho mayor del tiempo pautado.</p>	

<b>Nombre de la actividad:</b> Edición de videos	<b>Planificada para realizar en:</b> Semana 3
<b>Carácter:</b> Obligatorio	<b>Duración:</b> 13 h (5h trabajo individual y 8h trabajo en equipo)
<p><b>Objetivos de la actividad:</b> Estudiar el tema de funciones y aprender a realizar el paso de parámetros por valor y por referencia.</p> <p><b>Competencias:</b> La actividad desarrolla las competencias genéricas de trabajo en equipo y de comunicación oral.</p> <p><b>Prerrequisitos y bibliografía:</b> La actividad no tiene prerrequisitos.</p> <p><b>Organización:</b> La actividad se realiza en equipo, formado por tres estudiantes. El profesor no elige los estudiantes que forman los grupos.</p> <p><b>Espacio utilizado:</b> Los estudiantes pueden utilizar como espacios para trabajar su propia casa, o cualquier espacio al que tengan acceso dentro de la Universidad. El tiempo de utilización de estos espacios no esta limitado.</p> <p><b>Descripción:</b> Inicialmente, cada estudiante realiza un trabajo personal que consiste en buscar documentación del tema propuesto. El estudiante selecciona y estudia el material que considera más adecuado para dar respuesta a cada uno de los tópicos propuestos. Finalizada esta primera etapa de trabajo individual (de aproximadamente 5 horas), el estudiante pondrá en común junto con sus compañeros de equipo todo lo aprendido. Todos los estudiantes del grupo deben participar en esta puesta en común de ideas y deben planificar la edición del video. Esta segunda etapa de la actividad no debe durar más de 8 horas. En el video deben participar todos los miembros del grupo para dar respuesta a todos los tópicos planteados. La duración del video no deberá exceder los 10 minutos y los estudiantes pueden elegir el editor de video que más les convenga. En los últimos 2 minutos del video, cada estudiante indicará si considera que la actividad ha sido provechosa, así como también el tiempo invertido en cada etapa, y la nota que le pondría a su video. Finalizada la edición del video cada equipo entregará en clase el día pautado por el profesor un CD que contiene el video. Opcionalmente, los equipos pueden colgar en YouTube su video para que el resto de estudiantes pueda verlo. Esta actividad es completamente guiada (nivel 2), salvo la edición del video y el trabajo personal.</p>	

**Recursos para el aprendizaje:** Para preparar los contenidos del video se puede utilizar el libro de texto de la asignatura o cualquier libro de programación en C. Para editar el video se debe disponer de un dispositivo y software para grabar el video.

**Entregas:** La actividad tiene una sola entrega (en equipo) que debe realizarse la Semana 5.

**Feedback:** La clase siguiente a la entrega de la actividad, el profesor selecciona dos videos al azar y los comenta en clase. El resto de los videos que no son comentados tienen su feedback en la semana 6 por Atenea (campus virtual).

En la semana 7, después de finalizar en clase la explicación del tema de funciones, todos los estudiantes conocen la nota que han obtenido en esta actividad.

**Evaluación:** La actividad es evaluada por los integrantes del equipo y por el profesor utilizando la rúbrica presentada en la tabla I. La nota final de la actividad es el promedio de las dos notas.

**Resultados:** Por parte del estudiante, la actividad esta bien valorada. Los estudiantes del primer curso de la carrera interactúan entre ellos fuera de las horas de clase permitiendo que se conozcan. Además, la idea de realizar el video les motiva mucho y hace que dediquen muchísimas más horas de estudio que las indicadas para realizar la actividad. En la primera etapa los estudiantes se preparan técnicamente bastante para no quedar mal con sus compañeros de grupo, esto hace que inviertan muchas horas en la búsqueda de documentación. Además, los estudiantes son muy exigentes con ellos mismos y realizan videos realmente muy buenos utilizando editores de video profesionales.

Por parte del profesor, la actividad es muy gratificante ya que hay videos excelentes. Sin embargo, la actividad requiere un gran esfuerzo para evaluar cada video. A nivel general, los videos contienen pocos errores técnicos, y el trabajo en equipo es muy bueno. Los estudiantes entregan videos de mucha calidad tanto técnica como audiovisual. Además, la participación de los estudiantes en la clase donde se realiza el feedback de los videos seleccionados, es muy alta, ya que los estudiantes quieren aclarar dudas técnicas para verificar que lo que han entendido es correcto. El tema elegido es quizás uno de los temas más difíciles de entender por parte de los estudiantes.

## Apéndice A.2: Fichas de la actividad de proyecto

<b>Nombre de la actividad:</b> Proyecto	<b>Tiempo de preparación:</b> 2h para elaborar plantillas 6h para implementar 5h para elaborar Web 1h para elaborar rúbrica
<p><b>Objetivos de la actividad:</b> realizar un proyecto en donde los estudiantes ponen en práctica los conocimientos adquiridos durante las 7 semanas iniciales del curso sobre la programación en C.</p> <p><b>Prerrequisitos:</b> La actividad requiere que el estudiante tenga conocimiento claro del uso de funciones y de librerías en el lenguaje de programación C.</p> <p><b>¿Quién la realiza?:</b> La actividad se realiza en equipos formados por tres estudiantes.</p> <p><b>Materiales:</b> El profesor requiere utilizar un editor de texto para elaborar las plantillas y la rúbricas. Además, el profesor debe tener un editor de páginas Web.</p> <p><b>Duración:</b> El profesor dedica 1h para presentar la actividad, 2h presenciales de clase para que los Estudiantes trabajen en el proyecto y 4h de tutoría para aclarar las dudas de los estudiantes. El estudiante requiere dedicar 25 horas de trabajo fuera del horario de clase.</p> <p><b>Dificultades previstas:</b> Los estudiantes no han trabajado en grupo fuera de las horas de clase, por lo tanto es posible que tengan algunos problemas para planificar los días de trabajo.</p>	

<b>Nombre de la actividad:</b> Proyecto	<b>Planificada para realizar en:</b> Semana 10
<b>Carácter:</b> Obligatorio	<b>Duración:</b> 25 h (fuera del horario de clase)
<p><b>Objetivos de la actividad:</b> Poner en práctica todo lo aprendido en clase sobre la programación en C. Los estudiantes deben implementar un juego considerando las librerías y los prototipos de funciones Especificados por el profesor.</p> <p><b>Competencias:</b> La actividad desarrolla la competencia genérica de trabajo en equipo.</p> <p><b>Prerrequisitos y bibliografía:</b> La actividad requiere que el estudiante tenga conocimientos de programación en C. Puede consultar el libro de texto de la asignatura o cualquier libro de programación en C.</p> <p><b>Organización:</b> La actividad se realiza en equipo, formado por tres estudiantes. El profesor elige a los estudiantes que forman los grupos.</p> <p><b>Espacio utilizado:</b> Los estudiantes pueden utilizar como espacios para trabajar su propia casa, o cualquier espacio al que tengan acceso dentro de la Universidad (salas de estudio, biblioteca, laboratorio). El tiempo de utilización de estos espacios no esta limitado, pero pueden depender del horario de apertura de los espacios.</p> <p><b>Descripción:</b> En el campus virtual, aproximadamente en la semana 10 del curso se publica una Web que contiene toda la descripción y la planificación de las entregas, así como la valoración de cada entrega y su porcentaje sobre la nota final de laboratorio. Inicialmente, la Web se describe el proyecto incluyendo algunos ficheros de ejecución para que el estudiante comprenda cuál será el resultado final de su trabajo. Para cada entrega se especifica el trabajo a realizar e igualmente se proporcionan ficheros ejecutables para que el estudiante pueda consultar cualquier duda sobre el programa que debe realizar. En el laboratorio se dedica una sesión presencial de 1h para describir y leer en detalle la Web del proyecto. Los estudiantes pueden acudir a los horarios de consulta para realizar preguntas sobre el proyecto si alguna cosa no ha quedado clara. Además los estudiantes disponen de otra sesión presencial de 2h para trabajar en alguna de las entregas de proyecto. A continuación mostramos una imagen de la Web del proyecto realizado en FO para el cuatrimestre de otoño 2012_2013:</p>	

The screenshot shows the Atenea web interface. At the top, there's a navigation bar with 'Atenea 5.1', 'Historia', and '2013-14-01-ETSETB-230005-MCTotal'. The main content area is titled 'Proyecto: La Conquista' and includes a 'Descripción del proyecto' section. The text describes a simplified version of the World Wars board game implemented in C. It details the game mechanics, such as region conquest, unit movement, and the role of a refuerzo unit. A screenshot of the game board is included, showing a map with various regions and units. The interface also features a sidebar with a list of dates and a search bar.

**Recursos para el aprendizaje:** Para editar los programas se requiere utilizar algún editor (por ejemplo gedit) y un compilador de C, como por ejemplo gcc. Además, para realizar el informe de cada entrega será necesario el uso de algún editor de texto.

**Entregas:** La actividad tiene 5 entregas. Las entregas 1, 2 y 4 se realizan en grupo, mientras que el resto de las entregas son individuales. El plazo para realizar cada entrega depende del grupo de laboratorio al que pertenezcan los grupos y es especificado en la Web.

**Feedback:** Una semana después de realizar cada entrega los estudiantes tienen feedback del trabajo que han realizado a través de atenea (campus virtual). Finalizado el feedback a todos los estudiantes el profesor publica la nota de la entrega en atenea.

**Evaluación:** La actividad es evaluada por el profesor utilizando la rúbrica presentada en la tabla II. La actividad también evalúa la competencia de trabajo en equipo para lo que se utiliza un cuestionario. En este cuestionario todos los estudiantes valoran el trabajo que han realizado con sus compañeros de Equipo. El profesor lee todos los cuestionarios de los estudiantes del equipo y junto con las valoraciones de todos los miembros coloca su propia valoración. La nota de la competencia es el promedio de todas las valoraciones.

**Resultados:** Por parte del estudiante, la actividad esta muy bien valorada. Los estudiantes comentan que la actividad ha sido muy provechosa para comprender y aprender a utilizar las funciones. El paso de parámetros y el uso de tipos de datos estructurados queda muy claro a la hora de ponerlo en práctica. Además, el hecho de trabajar en equipo les motiva mucho y hace que dediquen muchísimas horas a realizar el proyecto.

Por parte del profesor, la actividad requiere un gran esfuerzo para evaluar cada entrega. El profesor debe compilar y ejecutar cada programa y luego revisar la implementación de los códigos. Para las entregas en equipo el trabajo se reduce, pero para las entregas individuales se requiere mas tiempo. Sin embargo, este esfuerzo se compensa cuando observas que los equipos que han funcionado bien realizan implementaciones del proyecto muy originales que superan los objetivos del proyecto.

Artículo concluido el 04 de marzo de 2014

Otero Calviño, B. y Rodríguez Luna, E. (2016). Un modelo para diseñar actividades de aprendizaje en la enseñanza de las ingenierías. *REDU-Revista de Docencia Universitaria*, 14(2), 79-101.

<http://dx.doi.org/10.4995/redu.2016.5698>

---

## **Beatriz Otero**

**Universitat Politècnica de Catalunya**

Departamento de Arquitectura de Computadores  
botero@ac.upc.edu

Recibió su Ph.D. en Arquitectura de Computadores de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) en 2007. Ella también obtuvo su título de Doctor en Ciencias de la Computación de la Universidad Central de Venezuela (UCV) en 2006. Beatriz empezó a trabajar en la UPC en el Departamento de Arquitectura de Computadores (DAC) a partir del año 2000 y en la actualidad, es profesor e investigador en este Departamento. Su interés de investigación incluye el diseño y la implementación de aplicaciones en diferentes modelos de programación y para arquitecturas de memoria distribuida. Además, Beatriz está interesada en todos aquellos aspectos relacionados con el aprendizaje autónomo de sus estudiantes.

## **Eva Rodríguez**

**Universitat Politècnica de Catalunya**

Departamento de Arquitectura de Computadores  
evar@ac.upc.edu

Obtuvo su doctorado en Ciencias de la Computación en 2007 y se licenció en Ingeniería de Telecomunicaciones en 2001. Ella trabaja en el Departamento de Arquitectura de Computadores de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), desde 2005, como profesor asistente. De 2002 a 2005 trabajó como investigador en el Departamento de Tecnología de la UPF (Universitat Pompeu Fabra). Sus áreas de interés son la gestión de contenido multimedia, tecnologías audiovisuales en red, aplicaciones distribuidas, así como el aprendizaje cooperativo y basado en proyectos. Eva es coeditora de las diferentes partes de las normas MPEG-21 y MPEG-A.