

Experiencia de aplicación de ABP al Grado de Ingeniería Informática

María José García García

Dpto. Dirección Académica de Escuela
Politécnica

Universidad Europea
Madrid

mariajose.garcia@uem.es

Juan José Escribano Otero

Dpto. Informática Automática y
Comunicaciones

Universidad Europea
Madrid

juanjose.escribano@uem.es

M^a Cruz Gaya López

Dpto. Informática Automática
y Comunicaciones

Universidad Europea
Madrid

macruz@uem.es

Resumen

En el curso 2012/2013 la Escuela Politécnica de la UEM puso en marcha su proyecto “*Project Based Engineering School*” (PBES) consistente en la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en todas sus titulaciones. En el grado en Ingeniería Informática, los estudiantes desarrollaron en cada curso un proyecto integrador que cubría parcialmente contenidos de varias asignaturas e implicaba por lo tanto a varios profesores distintos en cada proyecto.

De la primera evaluación realizada al final de dicho curso, se dedujeron resultados muy positivos, entre los que cabe destacar un mayor desarrollo de las competencias transversales, un conocimiento más profundo de las competencias específicas y más motivación por parte tanto de los estudiantes como de los profesores. También, como es natural, se detectaron algunas áreas de mejora para futuras ediciones, como la necesidad de establecer espacios de colaboración entre profesores de distintas asignaturas, actividades conjuntas de las asignaturas participantes o la conveniencia de ajustes en la asignación docente de las asignaturas, la creación de un laboratorio-taller donde los estudiantes pudieran desarrollar sus proyectos o la búsqueda de agentes externos (empresas, asociaciones, organizaciones sin ánimo de lucro) que participaran en el diseño, desarrollo y evaluación de los proyectos.

En este artículo se mostrarán por tanto los resultados (tanto cualitativos como cuantitativos) obtenidos una vez finalizado el primer año de experiencia, así como las conclusiones derivadas tras el análisis de los mismos y los planes de mejora diseñados y puestos en marcha durante el curso 2013/14.

Abstract

The Polytechnic School of UEM started during 2012/2013 its “Project Based Engineering School”

(PBES). This consists on the application of Project-Based Learning (PBL) in all its degrees. The students of Bachelor's Degree in Computer Engineering developed in each academic year a comprehensive project covering partially the content of several courses; different teachers were involve in each project. Positive results of the first evaluation were obtained at the end of the academic year that include further development of key skills , a deeper understanding of the specific skills and an increasing on motivation of students and teachers. There were also identified some areas for improvement: create specific spaces in order to increase the collaboration opportunities between teachers of different subjects, joint activities of the participating subjects, adjustments in the teaching assignment of subjects, creation of a laboratory or workshop space where students can develop their projects or, finally, search external agents (companies , associations, non-profit organizations) to be involved in the design, development and evaluation of projects.

This article will show the results (both qualitative and quantitative) obtained after the year of experience, the conclusions after analyzing them and improvement plans designed and that are being implemented during the academic year 2013/14.

Palabras clave

PBL, motivación, competencias transversales, aprendizaje basado en proyectos, proyectos integradores.

1. Introducción y motivación

Durante el curso 2011/2012 se realizó en la Universidad Europea de Madrid un estudio sobre la motivación de los estudiantes de primer curso del grado en ingeniería informática. Los resultados de dicho estudio no dejaban lugar a dudas: la motivación de los estudiantes de primero caía de forma preocupante a medida que avanzaba el curso.

Al intentar encontrar las causas de este descenso de la motivación, mediante encuestas y reuniones de *focus group* y preguntas directas a los representantes de los estudiantes, apareció la diferencia entre lo que el estudiante de primero esperaba de su titulación (conocimientos y actividades relacionados con los videojuegos y las redes sociales) y lo que recibía, contenidos y actividades relacionados con conceptos matemáticas y físicos, con la programación estructurada y la arquitectura de las computadoras. Las consecuencias eran que muchos estudiantes no rendían en clase, eran excesivamente pasivos, no superaban las asignaturas ni establecían relaciones entre ellos y, como resultado, abandonaban sus estudios.

Ante esta situación, desde la dirección de la Escuela se decidió buscar algún tipo de actuación que permitiera conectar al estudiante con la disciplina y con su desarrollo profesional desde el primer día de su primer curso, un método o conjunto de métodos que favorecieran la relación entre estudiantes, que fomentaran el desarrollo de competencias transversales y que mejoraran, en definitiva, la satisfacción del estudiante con su aprendizaje mediante la creación de vínculos emocionales con dicho aprendizaje.

Con el doble objetivo de motivar a los alumnos de primeros cursos [4][5][6], incrementando así el porcentaje de éxito en nuestras asignaturas [3][8], y de acercar a los alumnos de los últimos cursos al mundo profesional, se buscaron soluciones ya probadas en otros entornos y apareció, como no podía ser de otra forma, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Ya se ha aplicado el ABP a titulaciones de ingeniería en el ámbito de la educación superior; algunos ejemplos de ello son, la Universidad Politécnica de Cataluña [1] o la Universidad de Castilla la Mancha [7]; y también en el ámbito internacional, la universidad de

Aalborg en Dinamarca [2]. Basándonos en esa metodología, surgió la idea de construir una *Project Based Engineering School* (PBES). En las secciones siguientes se muestran los detalles de implantación en 12-13, conclusiones y planes de mejora para 13-14.

2. Implantación

PBES pretende incluir un proyecto integrador (PI) en cada curso de cada ingeniería de la Escuela. Dicho PI se forma mediante la colaboración de tres o más asignaturas de un mismo curso, con la participación en algunos de los casos de un agente externo (empresa, asociación, ONG o similar) que ayuda en el diseño y la evaluación del propio proyecto, cuando no también en su desarrollo.

En el Cuadro 1 se resumen los proyectos diseñados en el grado en Ingeniería Informática para el curso 2012/2013 en los tres primeros cursos.

En el último curso de la titulación, los alumnos desarrollan el trabajo fin de grado, compartiendo objetivos con la asignatura de inglés, constituyendo este por tanto el proyecto integrador de cuarto curso.

En el proyecto integrador de segundo curso se contó con el apoyo de una empresa externa que intervino definiendo el proyecto, actuando como cliente en la toma de requisitos y verificación del diseño, y como parte del tribunal evaluador. El proyecto, consistente en un sistema gestor de niños con TDAH, fue a propuesta suya. Esta propuesta inicial fue modificada por los profesores de las asignaturas quienes decidieron las tecnologías a utilizar.

El proyecto de realizado en tercer curso, por otra parte, se diseñó para realizar una aplicación vinculada a un proyecto de investigación.

Por tanto, ya desde este primer año de implantación

Curso	Título	Descripción	Asignaturas implicadas	T
1º	Desarrollo y Sindicación de tu propio software (Definido por profesores) Aplicación escritorio	Creación de una aplicación gráfica de escritorio con utilización de ficheros y memoria dinámica que deberá ser sindicado en repositorios de software con visibilidad pública como <i>Sourceforge</i>	Fundamentos de Programación	T2
			Programación con Estructuras Lineales	T3
			Laboratorio de Programación	T3
			Habilidades de Comunicación	T3
2º	Juegos cognitivos para niños Con Trastorno de Hiperactividad y Déficit de Atención (Ligado a una empresa externa JOBACCOMODATION) Aplicación web con acceso a base de datos	Aplicación Web con acceso a BD. Diseño e implementación de un SBD que de soporte a pedagogos que trabajan con niños con THDA. Este proyecto permitirá acercar al alumno a la realidad profesional además de hacerle reflexionar sobre las dificultades a las que se enfrentan los niños con TDHA	Introducción a la Ingeniería del Software	T1
			Programación Orientada a Objetos	T1
			Bases de Datos	T2
			Programación Web	T3
3º	Analizador semántico en español. (Ligado a un proyecto de investigación)	CERVANTA Sistema inteligente con diseño de interfaces avanzadas y concurrencia. Se realizará un analizador semántico en español para dar soporte en la creación de contenidos web.	Inteligencia Artificial	T1
			Programación concurrente	T2
			Interfaces de Usuario	T3

Cuadro 1. Proyectos definidos en el Grado en Ingeniería Informática 2012/2013

de PBES se intentó, en el Grado en Ingeniería Informática, realizar proyectos reales relacionados tanto con empresas como con grupos de investigación aplicada.

Para lograr un mayor impacto y dar relevancia a los mejores proyectos realizados, se realizó al final de curso una sesión de entrega de proyectos PBES en la que, tras una selección previa de los mejores proyectos realizada por el profesorado, se instó a los estudiantes elegidos a realizar una presentación ante empresas de su proyecto. Este fue un evento global de la Escuela en el que participaron 11 empresas que seleccionaron el mejor proyecto de cada área.

3. Evaluación de resultados en el curso 2012-2013

Para realizar la evaluación se han tenido en cuenta los siguientes resultados:

1. Los resultados académicos obtenidos por los alumnos de estas asignaturas en comparación con los resultados de años anteriores.
2. La opinión de los alumnos a través de una encuesta likert [9].
3. La opinión de los alumnos a través de entrevistas grupales [9].

3.1. Resultados académicos

El Cuadro 2 muestra una comparativa entre los resultados académicos obtenidos por los alumnos durante los cursos 2011/2012 donde todavía no se había puesto en marcha el uso de ABP y el curso 2012/2013 en el que el proyecto estaba en marcha. Los datos muestran las tasas de éxito y de abandono obtenidas en las asignaturas involucradas en los

proyectos integradores agrupadas por cursos. Se ha calculado la tasa de éxito dividiendo el número de alumnos que han superado la asignatura entre el total (incluidos aquellos que anularon la convocatoria, alumnos que se des-matricularon de la asignatura antes de que finalizara). La tasa de abandono es el porcentaje de alumnos que anularon la convocatoria o no se presentaron frente al total de alumnos matriculados al inicio del curso. Las dos últimas filas muestran los valores promedios de todas las asignaturas involucradas en proyectos integradores ("Media asignaturas de PI") y la tasa de éxito y de abandono promedio para todas las asignaturas de la titulación.

Como se puede deducir de los resultados anteriores la tasa de éxito se ha incrementado de forma muy significativa pasando de un 42,9% a un 76,6% en el curso 2012/2013. Este incremento, sin embargo, no puede ser achacable al 100% al uso de la metodología ABP ya que durante este curso académico se produjeron dos cambios que, sin duda, afectaron a estos datos: por un lado las asignaturas de toda la titulación pasaron de ser cuatrimestrales a ser trimestrales, y, por otro lado, en la universidad se instaló un sistema automático de registro de presencia en clase que, sin duda, disuadió a los alumnos de faltar a clase. Para ver en qué grado este incremento en el éxito de nuestros alumnos es debido al uso de la metodología ABP y ya que no todas las asignaturas forman parte de algún proyecto integrador, se han incluido como dos últimas filas de la tabla el promedio de éxito en asignaturas que forman parte del proyecto y el promedio de éxito de toda la titulación. Por esto, el dato que es realmente relevante es el hecho de que, mientras en las asignaturas de la titulación el porcentaje de éxito se incrementó en un 9% (pasando de un 51,4%

		2011/2012		2012/2013	
		% Exito	% Abandonos	% Exito	% Abandonos
1º	Fundamentos de Programación	25,90%	33,30%	89,50%	10,50%
	Programación con estructuras lineales	12,80%	48,90%	83,30%	13,90%
	Habilidades de comunicación en la ingeniería	26,50%	32,40%	69,00%	31,00%
	Laboratorio de programación	2,80%	52,80%	87,90%	12,10%
2º	Programación Orientada a Objetos	47,10%	29,40%	81,30%	18,80%
	Introducción a la ingeniería del software	52,20%	8,70%	42,90%	57,10%
	Bases de datos	56,30%	25,00%	86,70%	13,30%
	Programación Web	67,60%	16,20%	92,30%	7,70%
3º	Inteligencia Artificial	48,30%	31,00%	54,20%	45,80%
	Programación Concurrente y de tiempo real	59,10%	36,40%	85,70%	14,30%
	Interfaces de usuario	73,90%	17,40%	70,00%	25,00%
MEDIA ASIGNATURAS DE PI		42,90%	30,10%	76,60%	22,70%
MEDIA DEL TÍTULO		51,40%	29,50%	60%	19,30%

Cuadro 2. Comparativa resultados académicos curso 2011/2012 frente 2012/2013

a un 60%), en el grupo de asignaturas en las que intervinieron los proyectos integradores el éxito se incrementó en un 33,7% (pasando de un 42,9% a un 76,6%).

Por otro lado, la tasa de abandono decreció en toda la titulación en un 10,2% (29,5% en 2011/2012 menos 19,3% en 2012/2013) mientras que en las asignaturas con PI el decremento fue de un 7,4% (de 30,1% a 22,7 %). Este dato puede ser debido al hecho manifestado por los alumnos en las entrevistas, que la carga de trabajo es mayor por lo que tienden a abandonar las asignaturas. Este dato habrá que revisarlo en años posteriores y comprobar si la tendencia sigue. Además hay que revisar la carga de trabajo que le supone al alumno para que, en cualquier caso, no supere la dedicación establecida por los ECTS de las asignaturas.

3.2. Encuestas.

Al finalizar el curso se le pidió a los alumnos que completaran un cuestionario con el objetivo de comprobar en qué medida los objetivos iniciales se habían cumplido. Las preguntas principales fueron:

En relación con la motivación del alumno: “He estado más motivado en esta asignatura que en otras que no utilizan esta metodología”, “Realizar el proyecto me ha motivado para continuar con la titulación”.

En relación con el acercamiento al mundo profesional: “El trabajo realizado en el proyecto se parece mucho a lo que haré en mi futuro profesional”, “El desarrollo de un proyecto para una empresa externa que podría, incluso, llegar a comercializarse, me parece una oportunidad”.

En relación con las competencias específicas: “La metodología empleada facilita el conocimiento y comprensión de los contenidos técnicos de la asignatura”.

En relación con las competencias transversales: “He tenido que desempeñar un papel más activo, revisando documentación aportada por el profesor y consultando otras fuentes, para conseguir finalizar con éxito el proyecto”, “La realización del proyecto me ha permitido reflexionar sobre las implicaciones económicas, sociales y/o medioambientales relacionadas con el desempeño de mi futura profesión.” Además se les pidió que puntuaran en qué grado (del 1 al 5) habían desarrollado cada una de las competencias transversales establecidas en la universidad.

3.3. Entrevistas.

La opinión de los alumnos a través de un *focus group* y el correspondiente análisis cualitativo fue publicado en [9]. Esta entrevista de grupo fue realizada a estudiantes de uno de los proyectos integradores elegidos de la forma más representativa posible y tomando como pieza angular las siguientes preguntas

En relación a la motivación: ¿Te cuesta más faltar a clase que en otras asignaturas que no incluyen Proyectos Integradores? ¿Has estudiado los contenidos de las asignaturas con más motivación? ¿Estás más motivado por continuar con el estudio de tu titulación?

En relación al acercamiento al mundo profesional ¿Crees que el trabajo realizado en el proyecto es similar al que realizarás en tu futuro profesional? ¿Ves interesante este enfoque? Hemos trabajado con una empresa externa. ¿Te parece interesante? ¿Ves bien desarrollar un proyecto para una empresa que podría ser comercializado? ¿Crees que la dinámica de la empresa, y sus intereses, pueden perjudicar el desarrollo del proyecto y tu formación?

En relación a las competencias transversales: “Otro de los objetivos que se persiguen con esta metodología es crear un entorno de trabajo que permita al estudiante desarrollar lo que se llaman las competencias genéricas o transversales. Ejemplos son: aprendizaje autónomo, búsqueda de información, Trabajo en equipo, Habilidades de comunicación, Planificación, etc. ¿Qué opináis al respecto? En especial en este proyecto se ha intentado desarrollar la competencia de sostenibilidad social, ¿cómo lo habéis vivido?”

En relación a las competencias específicas: ¿Crees que has aprendido de forma más profunda los conocimientos técnicos de la asignatura? ¿Crees que tus resultados han sido mejores o peores por causa del proyecto? ¿Qué fue lo mejor? ¿Qué mejoras hay que hacer? ¿Se te ha quedado algo sin decir?:

4. Conclusiones tras el primer año

Uno de los objetivos iniciales era motivar al alumno y reducir la tasa de abandono. Este objetivo se ha conseguido y se puede respaldar por dos motivos:

- La tasa de abandono ha disminuido, aunque, en principio, esta disminución no parece estar ligada con el uso de ABP sino con la implantación del sistema automático de presencia.
- Ante la pregunta de “He estado más motivado en las asignaturas del proyecto que en otras que no utilizan este método:” planteada en los cuestionarios los alumnos estuvieron de acuerdo en un 3.5. Además cuando se les preguntó “Realizar el proyecto me ha motivado para continuar con la titulación:” la calificación dada fue de 3.6.
- En el *focus group* y el posterior análisis cualitativo del mismo dentro de la categoría de “Motivación” se extrajo la siguiente conclusión: La motivación ha aumentado, mostrándose más motivados por el aprendizaje, expresando el orgullo que sentían del resultado obtenido y considerando los proyectos como una herramienta para evi-

tar los abandonos en los primeros cursos de la titulación así como para tener una visión globalizadora de la titulación.

Las competencias específicas se han adquirido de forma más profunda. Consideramos que este hecho puede deducirse de:

- Los resultados académicos han mejorado de forma muy significativa incrementándose el porcentaje de éxito en un 33,7%.
- Los alumnos expresaron que el uso de proyectos integradores facilita la adquisición de las competencias técnicas de la asignatura, prueba de ello es el hecho de que a la pregunta “Desarrollar un proyecto ha facilitado el conocimiento y comprensión de los contenidos técnicos de la asignatura” hayan puntuado con un 4.1.

Se han desarrollado las competencias transversales. Las evidencias pueden extraerse de:

- Los alumnos consideran que han profundizado en el desarrollo de competencias transversales, destacando el trabajo en equipo, la comunicación y el autoaprendizaje. De especial importancia consideran la responsabilidad que, en muchos casos, la falta de la misma dio lugar a malos resultados.
- La sostenibilidad se ha desarrollado de forma tangencial de ahí que a la pregunta “La realización del proyecto me ha permitido reflexionar sobre las implicaciones económicas, sociales y/o medioambientales relacionadas con el desempeño de mi futura profesión” se haya obtenido un 3.2 y, además, así lo expresaron en el *focus group* realizado.
- El desarrollo de las competencias generales ha sido valorado positivamente por los alumnos, destacando la Toma de decisiones, la Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, Utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones y Responsabilidad

En relación con el acercamiento al mundo profesional.

- Uno de los aspectos más destacados y valorados por los alumnos es la posibilidad de realizar proyectos con empresas externas y el hecho de que la realización de este tipo de proyectos les acerca al mundo profesional.
- Valoran muy positivamente el desarrollo de proyectos reales respaldados por una empresa externa. De ahí el hecho de que hayan contestado a la pregunta “Creo que el trabajo realizado en el proyecto se parece mucho a lo que haré en mi futuro profesional” con un valor de 3.5 y a la pregunta “El desarrollo de un proyecto para una empresa externa que podría, incluso, llegar a

comercializarse, me parece una oportunidad” con un 4.0.

La tasa de abandono, sin embargo, aunque ha mejorado con respecto al curso anterior no se puede considerar atribuible al uso de ABP puesto que también se ha mejorado en el resto de asignaturas de la titulación.

5. Planes de mejora en 13/14

Pero no todo eran aspectos positivos en el análisis de los resultados del curso 2012/13. El hecho de incluir varias asignaturas en cada proyecto provocaba que hubiera estudiantes que no compartían todas las asignaturas del proyecto. Así, cada proyecto debía ser diseñado de forma que tuviera sentido la participación parcial de un estudiante en el mismo y la evaluación separada de objetivos de aprendizaje concretos y asociados a cada asignatura implicada en el mismo.

Además PBES es un proyecto global de toda la Escuela y no un programa piloto con un único grupo de estudiantes. Esto obliga a diseñar la estructura de PBES y de los proyectos integradores de forma que pueda aplicarse tanto para estudiantes que acceden a los estudios de grado desde el bachillerato, como para aquellos adultos profesionales que retoman sus estudios universitarios después de haberlos abandonado durante años. El diseño del modelo pedagógico debe ser, entonces, flexible y con capacidad de ser adaptado a grupos de estudiantes de diversa formación, con estudiantes con distintas motivaciones en sus estudios.

Por último, una formación basada en proyectos que trascienden a una asignatura concreta, requiere una revisión de los espacios e instalaciones del centro a disposición de estudiantes y profesores. La necesidad de coordinación de los equipos de trabajo requiere la creación de espacios de trabajo para grupos pequeños donde sea fácil la compartición de experiencias. Además, a menudo es preciso que varios profesores compartan un aula para explicar elementos del proyecto relacionados con sus asignaturas y para ello, los profesores previamente deben coordinarse para diseñar la actividad conjunta en el aula.

5.1. Modelo pedagógico

El modelo pedagógico de PBES debía permitir el desarrollo de los proyectos integradores, con varias asignaturas por cursos y ser sensible a las diferencias entre cursos y adaptarse a distintos tipos de estudiantes.

El particular, debía servir para estudiantes en horarios tradicionales (clases distribuidas de lunes a viernes) y servir también para estudiantes en horario HCAP (horario compatible con la actividad profesional), es decir, adultos profesionales que vuelven a la

universidad para completar los estudios de grado mientras ejercen su profesión entre semana.

Para cumplir ambas premisas, se diseñó un modelo pedagógico como el de la Figura 1. En ella, los proyectos integradores (representados mediante rectángulos naranjas) se distribuyen de distinta manera en horario tradicional y en horario HCAP, además de existir diferencias entre los de primero curso y los superiores. El eje diferenciador es el grado de autonomía del estudiante para desarrollar el proyecto, representado mediante una flecha inclinada en la Figura 1.

Otro elemento de mejora importante era facilitar la

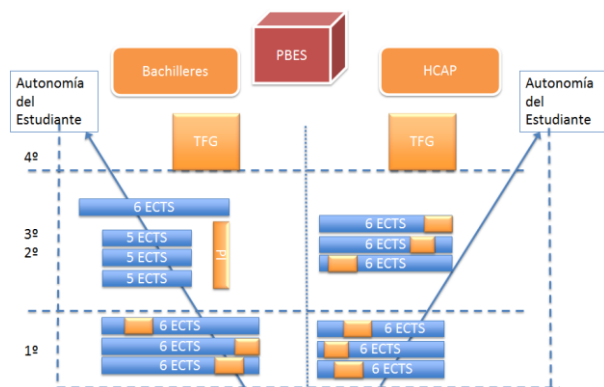


Figura 1: distribución teórica del aula PBES.

coordinación de equipos de estudiantes y de equipos docentes que debían trabajar en el diseño y desarrollo de los proyectos.

Para lograr la coordinación de equipos de estudiantes se diseñó un espacio específico. Este espacio se explica en el siguiente epígrafe, en este mismo documento.

Para la coordinación de docentes, se actuó sobre los horarios de las asignaturas y sobre la presencia del docente en el aula.

Siempre que fue posible, se diseñaron los horarios de los distintos grupos de forma que las asignaturas que compartían proyecto fueran contiguas, para permitir que el profesor de la segunda asignatura tuviera fácil aparecer al final de la primera y así hablar con los estudiantes y con su colega.

Además, en el modelo pedagógico, se instó a que las asignaturas se diseñaran de forma que incluyeran actividades relacionadas con el proyecto que precisaran de dos o más docentes en un mismo aula y a la vez (Figura 2), y otras actividades que pudieran desarrollarse en el aula también, pero de forma autónoma por parte de los estudiantes.

El modelo teórico supone que una asignatura va a utilizar doce horas de aula al proyecto integrador del que forma parte. Luego, naturalmente, cada proyecto podría variar esta intensidad según objetivos de aprendizaje relacionados con el proyecto en concreto o con la asignatura. En el supuesto de tres asignaturas

implicadas en el mismo proyecto (el caso más habitual), eso da un total de 36 horas de aula dedicadas al PI.

Pues bien, este caso, el modelo sugería a los docentes que dedicaran parte de esas 36 horas a actividades coordinadas en las que participaran más de un profesor. La Figura 2 ilustra el caso extremo de esta coordinación, donde los tres profesores participantes en el proyecto comparten 12 horas de aula mientras que los estudiantes desarrollan otras actividades relacionadas con el proyecto dedicando 24 horas de aula sin profesor, más el tiempo necesario para su trabajo autónomo y demás tareas asociadas en otros espacios distintos del propio aula.

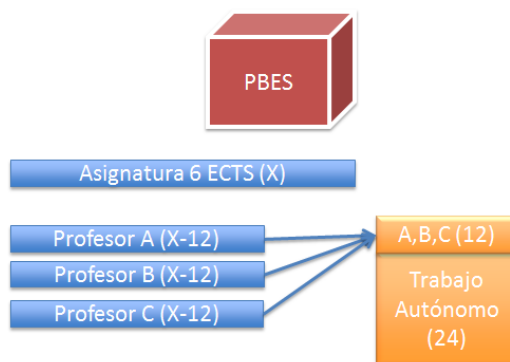


Figura 2: distribución teórica del aula PBES.

Esta distribución horaria deja invariante el número total de horas en el aula y el número total de horas que el profesor pasa en el aula con los alumnos.

5.2. Aula PBES

Para facilitar ambas cosas (trabajo autónomo de los equipo de estudiantes y compartición del aula por parte de más de un profesor), se diseñó un aula especial, llamada “aula PBES”, dotada de distintos espacios capaces de ser utilizados de distintas formas. El esquema del aula se puede ver en la figura 3.



Figura 3: distribución teórica del aula PBES.

La división del aula en distintas zonas pretende facilitar su uso múltiple, incluso en paralelo, por distintos equipos de estudiantes autónomos o con profesor. Los usos y equipamiento de las distintas zonas son los siguientes:

Zona Teórica: configurada por mesas de ruedas y sillas con la mirada hacia la pizarra electrónica, pensada para impartir docencia convencional.

Zona Trabajo en Equipo: configurada por dos mesas dotadas de tecnología para la compartición de una pantalla plana grande entre cuatro posibles ordenadores (figura 4, abajo). La mesa incluye, en su parte central, un dispositivo con cuatro salidas VGA y cuatro pulsadores. Así, cuatro estudiantes pueden conectar a la mesa la salida de sus ordenadores y mediante el pulsador, elegir cual es la salida proyectada en la pantalla. Esto facilita el trabajo en equipo permitiendo de forma ágil compartir trabajo previo de esos cuatro estudiantes y distribuir labores de investigación entre ellos y compartir los hallazgos con el equipo inmediatamente.

Zona tutorías: zona pensada para la realización de



Figura 4: Mesa utilizada en la zona de trabajo en equipo y en la zona de tutorías.

tutorías entre un docente y uno o varios estudiantes (figura 4, arriba). Está equipada de mesas y bancos que permiten mayor proximidad entre docente y estudiante que una mesa convencional de aula o de despacho. Además, el profesor puede resolver dudas a un único estudiante o a un equipo completo, formado por cuatro o cinco estudiantes.

Zona Video: zona para que los estudiantes graben sus actividades o preparen vídeos para sus presentaciones finales del proyecto. Esta zona está dotada de un sistema de grabación (una cámara de vídeo y ordenador dotado de software de edición de vídeo) y un sistema *chroma* que permita realizar vídeos mezclando dos señales distintas de vídeo. Para la utiliza-

ción de este material, los estudiantes reciben un breve curso de utilización, de 4 horas de duración en dos sesiones de dos horas, como parte de la formación del proyecto.

Zona Taller: en el momento de escribir este artículo, esta zona está aún en fase de definición. El objetivo es crear un espacio donde los estudiantes puedan realizar pequeñas intervenciones hardware, como soldar o montar y ensamblar dispositivos basados en placas tipo *Arduino* o en *Raspberri Pi*. Eso significa un espacio dotado de enchufes eléctricos, soldadores, destornilladores o pequeñas herramientas similares. Pero le espacio requerido, así como la propia naturaleza de las actividades que se deben desarrollar en este espacio, están provocando un debate aún no resuelto, sobre si esta zona debe ser un espacio independiente o incluido en un aula PBES. De momento, el espacio incluye unas mesas como las de la zona de tutoría, con banquetas regulables en altura, pero ninguna herramienta específica, lo que hace que se dedique más como zona de estudio que como taller.

Zona Almacenamiento: armarios, tipo taquillas, para que los grupos de estudiantes guarden sus objetos.

Con el equipamiento mencionado el aula PBES se puede configurar de varias formas, de forma ágil, para cumplir distintos cometidos. En la figura 5 se ilustran dos configuraciones concretas utilizadas en dicho aula.



Figura 5. Dos configuraciones concretas del aula PBES (mismo código de colores que el la figura 3).

5.3. Participación de empresas

Uno de los aspectos más destacados y valorados por los alumnos en 12/13 fue la posibilidad de realizar proyectos con empresas externas y el hecho de que la realización de este tipo de proyectos les acerca al mundo profesional. Dada la satisfacción con la experiencia mostrada por las empresas que participaron en el proyecto de segundo curso y en el evento final, se ha decidido incorporarlas como un elemento fundamental de los proyectos integradores.

Se realizó una prospección entre las empresas con las que se tiene acuerdo de colaboración para prácticas de estudiantes, ofreciéndoles la oportunidad de participar en el diseño y/o evaluación de los proyectos integradores. Ante la respuesta positiva, se ha habilitado un foro en el que se da a conocer al profesorado las empresas interesadas. De este modo, se seleccionan empresas que se vincularán no sólo con proyectos integradores de primer a tercer curso, sino también con trabajos fin de grado.

Es imprescindible en estos casos adaptar las expectativas de la empresa con el nivel formativo de los estudiantes que realizarán los proyectos, para eso es fundamental la labor del coordinador de cada proyecto integrador, que será el interlocutor con la empresa o la ONG vinculada al proyecto.

Por otra parte, es necesario el compromiso de los estudiantes con el producto final que se entrega al cliente. Para conseguirlo en este curso 13/14 se seleccionará el mejor proyecto y se instará a los estudiantes a entregarlo e implantarlo en la correspondiente institución, reconociéndose esta labor como prácticas extracurriculares.

6. Conclusiones y trabajos futuros

A raíz de los resultados obtenidos el curso pasado la implantación de PBES es adecuada para los objetivos planteados, si bien se han detectado nuevas mejoras que se están implantando en el curso 13-14.

Como trabajos futuros destacan:

- Evaluar el impacto de las innovaciones realizadas, dentro de un ciclo de mejora continua, comparando los resultados de los sucesivos años de implantación.
- Controlar la carga de trabajo tanto en profesores como en estudiantes.
- Comprobar el impacto de ésta sobre la tasa de abandono de las asignaturas.
- Avanzar en inclusión de emprendizaje, innovación tecnológica, sostenibilidad e internacionalidad, que son objetivos que hasta el momento sólo

se han tratado tangencialmente y que deben formar parte del acervo cultural con el que queremos completar la formación académica del ingeniero formado en nuestra Escuela.

Referencias

- [1] García-Almiñana, D., & Rodríguez Donaire, S. Cooperative work and videoconferencing: practical tools for engineering studies. Recuperado a partir de <http://upcommons.upc.edu/eprints/handle/2117/14413>, 2011.
- [2] Kolmos, A. Changing the Curriculum to Problem-Based and Project-Based Learning. In K. Yusof, N. Azli, A. Kosnin, S. Yusof, & Y. Yusof (Eds.), *Outcome-Based Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Innovative Practices* (pp. 50-61). Hershey, PA: Information Science Reference, 2012.
- [3] Lamar, D. G., Miaja, P. F., Arias, M., Rodríguez, A., Rodríguez, M., Vazquez, A., & Sebastian, J. Experiences in the Application of Project-Based Learning in a Switching-Mode Power Supplies Course. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 69 -77, 2012.
- [4] Moesby, E. (2005a). Curriculum Development for Project-Oriented and Problem-Based Learning (POPBL) with Emphasis on Personal Skills and Abilities. *Global Journal of Engineering Education*, 9(2), 121-128.
- [5] Moesby, E. (2005b). Personal skills and abilities in curriculum development planning for Project Oriented and Problem-Based Learning (POPBL). *Proceedings for 8th UICEE Annual Conference on Engineering Education* (págs. 155 - 158). Kingston: UNESCO International Centre for Engineering Education (UICEE).
- [6] Nunes de Oliveira, J. M. (2011). Nine Years of Project Based Learning in Engineering. *Revista de Docencia Universitaria*, 9(1), 45 - 55.
- [7] Paje, S. E., Bueno, M., & Luong, J. Fundamentals of physics for the civil engineering degree: problem based learning (PBL). *INTED2011 Proceedings*, 5702-5706, 2011
- [8] Valero García, M., y García Zubia, J. (2011). Cómo empezar fácil con PBL. *Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática*. Sevilla: JENUI 2011.
- [9] Gaya López, M.J., Escribano Otero, J.J., García García, M.J. (2013). Una titulación de informática utilizando proyectos integradores con PBL. *Actas del Simposio-Taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación*. Castellón: JENUI 2013.