

## Aprendiendo fuera del aula: estudiantes activos para una Escuela Basada en Proyectos (PBS)

Juan José Escribano Otero<sup>1</sup>, María José García García<sup>1</sup>, Javier Prado López<sup>3</sup>, Paloma J. Velasco Quintana<sup>4</sup>, Verónica Egido García<sup>5</sup>, Pedro J. Lara Bercial<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Director Académico de Grado, <sup>2</sup>Dto. de Servicios al Estudiante, <sup>3</sup>Presidente del Consejo de Delegados, <sup>4</sup>Dto. de Ciencias y TIC, <sup>5</sup>Dto. de Ingeniería Industrial y Aeroespacial Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Universidad Europea de Madrid  
{juanjose.escribano; mariajose.garcia}@universidadeuropea.es;  
21309544@live.uem.es; {pjulia.velasco; veronica.egido;  
pedro.lara}@universidadeuropea.es;

### Resumen

Este artículo presenta las acciones emprendidas en la Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño (Escuela AED, por sus siglas en inglés) de la Universidad Europea de Madrid para conseguir fomentar el aprendizaje activo y profundo de los y las estudiantes dentro y fuera del aula. Esta propuesta se basa en cuatro elementos.

El primero es la apuesta por la participación estudiantil. Para fomentarla, se explica cómo se organizan los clubes de estudiantes y cómo se potencia las iniciativas relacionadas con el aprendizaje propuestas y lideradas por la delegación de estudiantes.

El segundo es el propio diseño del plan de estudios. En la última modificación de la memoria del título de grado en ingeniería informática se han incluido asignaturas de proyectos en todos los cursos.

El tercero tiene que ver con el horario. Para facilitar que los estudiantes puedan desarrollar los proyectos se han modificado los horarios de toda la titulación (y de las demás titulaciones relacionadas con la ingeniería) para dejar un día a la semana libre de clases regladas. Así, los estudiantes pueden utilizar su tiempo y los recursos de la Escuela para avanzar en su aprendizaje fuera de las sesiones formales.

El cuarto elemento es el espacio. Además de aulas convencionales, donde se pueden desarrollar actividades tanto en grupos pequeños como grandes, se han diseñado espacios específicos y laboratorios multidisciplinares donde los estudiantes puedan estudiar, trabajar y reunirse para coordinar actividades y proyectos sin la participación de un profesor.

Este artículo cuenta cómo se han materializado todas estas decisiones en una propuesta concreta y se analizan los primeros resultados obtenidos al hacerlo.

### Abstract

This article presents the actions undertaken at the Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño of the Universidad Europea de Madrid to promote the active and deep learning of the students inside and outside the classroom. This proposal is based on four elements.

The first one is the commitment to student participation. In order to promote it, it will be explained how student clubs are organized and how the initiatives related to learning are proposed and led by the students delegation.

The second one is the design of the curriculum itself. In the last approved version of Bachelor's Degree in Computer Engineering, subjects of projects have been included in all the years.

The third one has to do with the schedule. In order to make it easier for students to develop these projects, the hours of the entire degree (and other engineering related programs) have been modified to leave one day a week free of regulated classes. Thus, the students can use their time and the resources of the School to progress in their learning outside the formal sessions.

The fourth element is space. In addition to conventional classrooms, where activities can be developed both in small or large groups, specific spaces and multidisciplinary laboratories have been designed. Students can work, study and meet there to coordinate activities and projects without the participation of a faculty member.

This article explains how all these decisions have been materialized in a concrete proposal and show the first results obtained.

## Palabras clave

Participación estudiantil, Aprendizaje basado en proyectos, PBL, espacios de aprendizaje.

## 1. Introducción

Muchas de las fronteras clásicas se han redibujado en el siglo XXI. Lo cercano y lo lejano depende ahora de la habilidad de los buscadores y de la persona que busca, además de la velocidad de la conexión a Internet.

Lo público y lo privado también se desdibuja con las redes sociales de propósito general, donde se comparte igual un resultado científico que un viaje con los amigos o la familia.

En educación, en la universidad, también hay que redefinir algunos conceptos. No es que sean nuevos, es que adquieren una mayor relevancia.

El estudiante lo es durante 24 horas al día, 7 días a la semana. Pero en el aula solo está una porción pequeña de ese tiempo. El resto del tiempo está fuera del aula y es en ese tiempo donde adquirirá la mayor parte de sus competencias, donde alcanzará la mayoría de sus resultados de aprendizaje.

Este artículo detalla la experiencia realizada con el apoyo de los profesores y los órganos de gobierno de la Escuela con el fin de influir en los aprendizajes que el estudiante logra fuera del aula. Fundamentalmente mediante cuatro elementos: la participación estudiantil, las metodologías de aprendizaje, el horario de las clases y los espacios a disposición del estudiante en el campus.

En este primer apartado se describe el contexto y las experiencias realizadas en cursos anteriores en la Escuela. En los apartados 2, 3, 4 y 5 se enumeran las acciones llevadas a cabo con relación a los cuatro elementos, así como algunos de los resultados obtenidos, para finalizar con las conclusiones en el último apartado.

### 1.1. Antecedentes

En el curso 2011/2012 comenzó a fraguarse en la Escuela Politécnica de la UEM el diseño del modelo académico conducente a la creación de la *Project Based Engineering School* [8].

Se trataba de realizar un cambio coordinado en los planteamientos metodológicos utilizados en todos los grados en Ingeniería que confiriera identidad a la entonces Escuela Politécnica. Este cambio tenía como objetivo aumentar la motivación de los estudiantes, su orgullo de pertenencia y mejorar los resultados obtenidos en la evaluación de sus asignaturas gracias a la consecución de un aprendizaje más profundo mediante la utilización un método de aprendizaje activo [6].

Este modelo académico se fundamenta en la utilización en las asignaturas del método de aprendizaje

basado en proyectos (PBL, por sus siglas en inglés, *Project Based Learning*) y en la realización de “proyectos integradores”. Desarrollados en equipo por parte de los estudiantes, la realización de estos proyectos involucra a estudiantes matriculados en diversas materias del mismo curso. Por tanto, para completar un proyecto, es necesario poner en práctica los conocimientos y competencias que están asociadas en el currículo a las asignaturas integradas en el proyecto.

Los profesores de las asignaturas participantes en un proyecto, típicamente tres, diseñan en conjunto el proyecto y la proyección de la evaluación del mismo en cada una de sus asignaturas, así como el impacto que dicho proyecto tiene en cada uno de los resultados de aprendizaje asociados a la asignatura y las herramientas necesarias para dar feedback al estudiante sobre su propio aprendizaje.

El proyecto trasciende así de todas las asignaturas, intentando con ello evitar el “conocimiento estanco”, donde el estudiante solo mantiene el conocimiento mientras le es útil para aprobar la asignatura donde lo adquirió, olvidándolo casi completamente justo después de saber su nota final, propio de un aprendizaje bulímico [2].

En estos proyectos además se aborda el desarrollo de competencias generales, sin olvidar otras cuestiones relacionadas con sostenibilidad (social, económica y medioambiental), la innovación tecnológica y la internacionalidad.

Otra característica destacable de los proyectos integradores es que puede contar (y de hecho se alienta a que así sea) con la participación de empresas, organizaciones (asociaciones, ONGs o similares) o instituciones externas (como ayuntamientos), a las que se denomina de forma genérica “agente externo”, en diversas fases del diseño y la implantación: planteamiento del proyecto, entrega de especificaciones o datos de partida, labores de mentoría durante el desarrollo del mismo, evaluación final de las presentaciones, por citar los elementos más comunes en los que el agente externo ha participado más veces. El responsable de asegurar la idoneidad de la participación del agente externo para la obtención de los resultados de aprendizaje es el profesor que coordina el proyecto, orientando la labor del agente externo y ofreciéndole herramientas, como rúbricas de evaluación y ejemplos de buenas prácticas anteriores, entre otras, que facilitan su participación como evaluadores y mentores del proyecto.

Este proceso de cambio hacia PBES se realizó en el verano de 2012, siendo el curso 2012-2013 el primer año de su implantación.

El modo en el que se realizó el diseño del modelo, su implantación, los primeros resultados obtenidos, así como algunas de las mejoras y cambios introduci-

dos en los sucesivos cursos pueden ser examinados en [3, 8, 10, 11 y 12].

Durante el curso 2014-15 se produjo un cambio organizativo importante en la UEM. Como consecuencia de dicho cambio, La Escuela Politécnica y la Escuela de Arquitectura se fusionaron en una única Escuela, a la que luego se le unieron los títulos relacionados con el Diseño y con los Contenidos Digitales. Esta nueva Escuela se denomina desde entonces y hasta el momento de escribir este artículo, Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. El proyecto PBES contado hasta este momento en este documento, paso a llamarse *Project Based School (PBS)*, integrando desde entonces los estudios de arquitectura, diseño, videojuegos y animación. PBS recoge por lo tanto el proyecto PBES y lo potencia en nuevas disciplinas. Además, la Junta de Escuela, órgano directivo de la nueva Escuela, asume PBS como su proyecto estructural más emblemático. Buena prueba de ello es que el nombre dado al sitio web con el que la Escuela da a conocer su actividad coincide con el de este proyecto (<http://projectbasedschool.universidadeuropea.es/>).

Para liderar el desarrollo y nuevo alcance de este proyecto, se diseñó una oficina, llamada “oficina PBS” formada por un director académico, un profesor de cada uno de los departamentos de la Escuela y personal de apoyo de marketing y administrativo. Esta oficina es la encargada de establecer el ritmo de crecimiento de PBS. Es también responsable del diseño y seguimiento de los planes de acción incluidos en el ciclo de mejora continua que anualmente se lleva a cabo en la Escuela, así como de las acciones de difusión de resultados dirigidos a los estudiantes y a la sociedad en general (noticias de la página web relacionadas con los proyectos de estudiantes y organización y celebración del “premio anual PBS” donde se premian anualmente los mejores proyectos de cada área).

En este artículo se presentan los cambios producidos en estos dos últimos cursos, ya con la nueva Escuela formada, encaminados a una mejora en implantación del modelo, integrándose aún más en la experiencia del estudiante en la Universidad. Cambios que pretenden englobar tanto las actividades en las aulas y las horas de clase, como el resto del tiempo y actividades que forman la vida universitaria de los estudiantes de ingeniería informática (y otros).

## 2. La participación estudiantil

Los cambios organizativos llevados a cabo desde 2013/2014 en la UEM, comentados en la introducción, fusionando varias Escuelas/Facultades han propiciado que en un mismo Centro sean impartidas titulaciones de las áreas de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Todas estas titulaciones comparten un mismo edificio, sus espacios comunes, sus aulas, sus labora-

torios y su biblioteca. Esto ha hecho posible que los y las estudiantes se enfrenten a problemas que nunca antes se habían planteado. Se ha creado así un ecosistema bastante peculiar, en el que no resulta sorprendente ver a un arquitecto utilizar la metodología SCRUM [1] para gestionar proyectos o donde cada vez más Trabajos Fin de Grado de diseño tienen componentes electrónicos y programables. Es muy frecuente encontrarse estudiantes de Ingeniería Informática ayudando a alumnos de Diseño con la programación de “arduinos” [9] que han cambiado su rol primigenio y ahora son partes de piezas de arquitectura o diseño.

La creación de una única Escuela desde el punto de vista de los estudiantes ha tenido dos grandes protagonistas desde el curso 14/15: la delegación y los clubes de estudiantes. Ambos elementos sustentan la participación estudiantil y son partes sustanciales del modelo de Escuela que se quiere construir, y uno podría difícilmente sobrevivir sin el otro.

### 2.1. Delegación

La delegación de estudiantes de la Escuela es un órgano que se constituye al comienzo de cada año lectivo tras un proceso de presentación libre de candidaturas y elecciones anónimas. Está formada por uno o dos representantes de cada curso y titulación de la Escuela. Esto implica que hay muchos delegados y delegadas que son reelegidos y son los que enseñan y explican a los nuevos integrantes el funcionamiento de la delegación, manteniendo el conocimiento sobre las líneas generales de actuación de un año al siguiente. La experiencia ha demostrado a la delegación que, al estar formada por un grupo de estudiantes tan numeroso trabajando juntos, es necesaria una reflexión previa sobre la propia organización interna para poder trabajar de forma eficaz.

Para poder ser operativos la delegación creó una estructura jerarquizada donde se establecen representantes por cursos, siendo así más fácil transmitir la información de manera horizontal. Esta estructura va cambiando en función de la cantidad de estudiantes que hay por cada área, separando o uniendo áreas según las necesidades.

Se intenta así evolucionar de un modelo clásico a un sistema donde los propios estudiantes puedan resolver y gestionar las necesidades que tienen. Se ha dado lugar de este modo a un grupo de estudiantes inquietos capaces de contagiar a gran parte del alumnado. Haciendo de intermediarios entre los estudiantes y la universidad. Lejos de ser un grupo de estudiantes reactivos, pasivos en la vida universitaria, que sólo defienden los intereses de los estudiantes se ha creado un grupo multidisciplinar que engloba representantes de las diferentes titulaciones. No solo se comunican a la universidad las quejas y

descontento con algunas situaciones, sino que se han creado grupos de trabajo para intentar dar servicio y proponer soluciones para las necesidades de los estudiantes. Sin ánimo de incluir una lista exhaustiva, se añaden aquí algunos ejemplos de lo dicho que, por su trascendencia o su planteamiento, se consideran paradigmáticos y representan la influencia que la delegación de estudiantes tiene en el desarrollo del modelo PBS:

- Creación de cursos específicos y transversales: Debido al avance y el cambio continuo del mundo laboral y técnico actual, y previsiblemente también el del futuro, muchas veces los modelos académicos no pueden reaccionar con suficiente flexibilidad y rapidez para dar abasto y cubrir todas las necesidades creadas. La delegación facilita y gestiona cursos con el fin de complementar la enseñanza universitaria que se recibe en las aulas. Abarcan temas tan dispares como, por ejemplo, la enseñanza de diferente software de modelado 3D, o la enseñanza de programas de carácter gráfico donde se pueda mejorar la maquetación de los distintos trabajos que el estudiante debe presentar.
- Eventos, talleres y charlas: sacando el aprendizaje de su “zona de confort”, representada por las aulas y las clases, se intenta organizar otro tipo de enseñanza complementaria donde los estudiantes son capaces de gestionar su puesta en marcha y alcance.

Uno de los mayores exponentes de esto es “Handstinking” (<https://handstinking.org/>) una semana organizada por los estudiantes, donde se desarrollan talleres y charlas con ponentes de relevantes, con las características de ser dinámicas y abiertas a la participación de todos.

Estas propuestas surgen de la delegación y estudiantes, en un afán por intentar resolver las necesidades antes de que éstas se conviertan en un problema. La financiación y respaldo de la Universidad y de la Escuela y la iniciativa de la Delegación de estudiantes hacen posible la existencia de este tipo de actividades que complementan las enseñanzas regladas de la titulación y permiten a los estudiantes embarcarse en la organización de eventos o en la participación como ponentes e instructores en talleres de interés para sus compañeros.

## 2.2. Clubes

Dentro de la Escuela existe la posibilidad de desarrollar proyectos de mayor envergadura donde los estudiantes se pueden involucrar y desarrollar competencias de otras áreas, así como proponer proyectos que quieran llevar a cabo. Esto favorece el trabajo en equipo y el aprendizaje entre titulaciones. Algunos de estos clubes son tan diversos como el de cooperación

internacional, el de robótica o el desarrollo de videojuegos. En concreto en estos dos últimos los proyectos se gestionan con metodologías ágiles y usan repositorios de archivos. Es una manera de ver sistemas y metodologías propios de la informática extrapolados a otros ámbitos. Al ser estructuras abiertas a toda la universidad son agrupaciones de estudiantes muy heterogéneas donde surgen puntos de vista diferentes y múltiples soluciones a los problemas, también múltiples y diversos.

Para potenciar el nacimiento de estos clubes y asegurar que son de genuino interés para un grupo significativo de estudiantes, su encaje en la vida universitaria tanto de estudiantes como de docentes, la Escuela ha diseñado un sencillo proceso de creación de un nuevo club.

Lo que hay que hacer es presentar, por parte de un grupo de estudiantes, un proyecto y un objetivo claros y definidos. También es necesario establecer uno o varios estudiantes que se hagan responsables o líderes, y contactar con un profesor que ha de servir de nexo entre estudiantes y Universidad. Este profesor también orienta, cuando es requerido, a los participantes durante las actividades extracurriculares propias del club. Por último, se sugiere al grupo promotor del club que presente un presupuesto detallado y razonado para cada uno de tres escenarios. El primero, será el presupuesto para su actividad mínima, aquella actividad que hace que consideren el club vivo, sano y satisfactorio. El segundo presupuesto debe servir para acometer las acciones que les gustaría estar llevando a cabo después de un periodo de rodaje del propio club. El tercer presupuesto, debe incluir todas aquellas acciones consideradas por los peticionarios como propias del club a las que creen que podrían comprometerse y que consideran que serán de interés para un número adecuado de estudiantes.

Estas peticiones (y sus tres presupuestos por cada petición) se presentan en Junta de Escuela donde se evalúan y, en función de las necesidades de cada club y del presupuesto total de los distintos departamentos de la Escuela, se valoran y se decide cómo proceder. En caso de ser aprobado un club y uno de sus tres presupuestos, tradicionalmente el primero de ellos cuando está naciendo y el segundo cuando ya se le considera maduro y afianzado, se brinda apoyo logístico desde la Escuela para poder desarrollar su actividad.

En el momento de escribir este artículo (febrero de 2017), existen en la Escuela 10 clubs de estudiantes activos ([http://projectbasedschool.universidadeuropea.es/informatica/estudiantes/clubs\\_proyectos](http://projectbasedschool.universidadeuropea.es/informatica/estudiantes/clubs_proyectos)). Como muestra del buen funcionamiento de esta metodología y la gran participación de los estudiantes, sirvan como ejemplos estos dos:

- El club del motor: fue el primer club en surgir hace ya nueve años. Ese club lleva año tras año algunos proyectos relacionados con los motores de combustión. El más interesante de todos es, sin duda, Formula Student, donde los alumnos participan en una competición en la que tienen que ser capaces de diseñar, desarrollar y competir con un coche de carreras en la competición internacional del mismo nombre. Los buenos resultados en esta competición, así como el gran número de participantes (más de 70 en el curso 15/16) hacen que la actividad de este club se mantenga de forma sostenida en el tiempo.
- El club de cooperación: donde se desarrollan diferentes proyectos de cooperación internacional de todo tipo, desde construcción de viviendas a un sistema de medición de la potabilidad del agua o la instalación de una estación de radio comunitaria. Algunos de los países en los que se han llevado a cabo intervenciones de campo han sido Kenia, Tanzania, Nepal y Guatemala.

### 3. Diseño de planes de estudios

La introducción de la metodología PBL en las asignaturas ha tenido también varias fases. Su implantación en las titulaciones se hizo de manera coordinada con los profesores. En una primera fase se diseñaron e implantaron proyectos que integraban dos o tres asignaturas en cada curso académico. Si bien esta estructura lograba gran parte de los objetivos marcados, supuso algunas dificultades como la integración efectiva de la evaluación del proyecto en cada asignatura o la incorporación o desvinculación de aquellos estudiantes que no estaban matriculados en todas las asignaturas que formaban parte del proyecto integrador.

El análisis de los resultados y una evaluación exhaustiva del proceso llevó a la Escuela a plantear, a partir del curso 2014/2015 una modificación de los planes de estudios que incluyeran las asignaturas de proyectos concebidas como tal. Una verdadera declaración de intenciones de forma que, de manera definitiva, el desarrollo de un proyecto quedaba enmarcado en una asignatura completa, con contenidos diversos recogidos de otras asignaturas del mismo curso.

El planteamiento se realizó del siguiente modo: En el primer curso se incorporó una asignatura de Proyecto de Ingeniería cuyo objetivo es poner en práctica las competencias adquiridas en las asignaturas básicas. En segundo curso son dos las asignaturas de proyectos, que conforman la materia Proyecto de informática. Los resultados de aprendizaje esperados tras desarrollar este proyecto, tal y como se indica en la memoria [10] están relacionados con la elaboración del desarrollo de un proyecto de ingeniería, usando técnicas, métodos, elementos y dominios novedosos.

En esta estructura creciente, durante el tercer curso del grado son tres las asignaturas que forman la materia Proyecto de computación. Abarcan contenidos como herramientas de minería de datos y de texto sobre Open Data, aplicación de técnicas de sistemas inteligentes, y en el más avanzado, desarrollo Web, de Aplicaciones móviles y uso avanzado de bases de datos.

El cuarto curso del grado contiene, como es habitual, el proyecto fin de grado, como culminación de lo aprendido durante el Grado.

De igual modo que en el Grado en Ingeniería Informática, otros grados, como Ingeniería Biomédica, han sido revisados y modificados para incluir, de forma explícita, asignaturas de proyectos.

Este hecho, más habitual en las titulaciones de Arquitectura, parece ser muy novedoso en nuestro país en las Ingenierías, y tiene como objetivo fundamental provocar un avance hacia aprendizaje más profundo y significativo [5], un aumento de la motivación por su propio aprendizaje en los estudiantes de cualquier ingeniería, ambas características presentes en la literatura clásica asociada al ABP, así como un mayor acercamiento a la profesión, al permitir desarrollar proyectos de una envergadura y duración similar a los reales, cuando no directamente proyectos reales patrocinados por los agentes externos y liderados, desde el punto de vista académico, por los profesores implicados.

### 4. Horarios

Los estudios de ingeniería son muy exigentes. La multitud de materias y la profundidad de los conocimientos y las competencias que hay que desarrollar pueden dejar exhausto a cualquiera.

Una estrategia posible para minimizar el esfuerzo es ordenar el horario de las actividades de forma que las más importantes tengan tiempo suficiente y sea posible realizarlas con el tiempo y el ritmo adecuado. En esta línea, en toda la UEM, las asignaturas tienen una duración trimestral, de forma que el estudiante se concentra en tres o, como mucho, cuatro asignaturas diferentes por periodo, y tiene tres periodos al año. El cuarto trimestre es el trimestre de verano, utilizado tradicionalmente para los exámenes finales de convocatoria extraordinaria y para las vacaciones.

Además, en la Escuela, en sintonía con el proyecto PBS, se ha hecho un esfuerzo por demostrar, con la programación de las clases regladas de cada estudiante, lo importante que entendemos que es para el aprendizaje dedicar tiempo al desarrollo de proyectos y a la participación en actividades organizadas por estudiantes o por docentes como las ya comentadas en los epígrafes anteriores de este mismo artículo.

Para ello, se analizaron los planes de estudios implantados en la Escuela, los compromisos en cuanto a horas docentes comprometidos en las diferentes memorias verificadas y los espacios a disposición de la propia Escuela para el desarrollo de la docencia. Con esa información, se buscó la generación de unos horarios comunes a todos los cursos de todas las titulaciones de la Escuela.

Fruto de este trabajo, los horarios a partir del curso 14/15 de la Escuela tienen dos características destacables:

- Ningún curso de ninguna ingeniería tiene clases ningún miércoles.
- Todos los cambios de clase se realizan a la vez.

Como no hay clases los miércoles, ese día todo el edificio donde se desarrolla la docencia está al alcance de aquél que quiera realizar una actividad. Laboratorios a disposición de los estudiantes que quieren hacer sus proyectos integradores; aulas de teoría que se convierten los miércoles en salas de reuniones para trabajos en equipo; el propio hall del edificio que mucho miércoles alberga alguna actividad (taller, simposio, entrevista, etc.), abierta a toda la comunidad universitaria.

Esta facilidad en encontrar un hueco para realizar actividades ha hecho que, durante el curso 2015-16, se hayan programado y llevado a cabo 88 actividades en toda la Escuela, que incluye 19 títulos de grado diferentes. Cabe destacar que de esas 88, 37 estaban diseñadas como de especial interés para los estudiantes de Grado en Ingeniería Informática, es decir, un 42% del total de actividades fueron diseñadas para uno de los 19 grados diferentes, el de Informática.

Algunas de estas actividades se han convertido en periódicas o bien en actividades dentro de un club concreto de estudiantes. En este caso, para el cómputo de actividades, este tipo de actividades solo aparece una vez, la primera vez que se produce. Un caso interesante de este tipo de actividades es el “taller de ciencias”, que se celebró por primera vez el 24 de febrero de 2016 y se viene realizando desde entonces todos los miércoles lectivos (se interrumpe en julio y agosto). Este taller surge como una de las acciones de un plan de mejora fruto del análisis de los resultados académicos obtenidos en las asignaturas básicas de ciencias y se concibe como un lugar de estudio compartido asesorado por profesores y alumnos. Busca dos objetivos; por un lado, reforzar las carencias formativas presentes en algunos estudiantes con el fin de nivelar los conocimientos de los alumnos en el aula; y, por otra parte, reforzar el interés manifestado por algunos estudiantes en profundizar en sus conocimientos de física, matemáticas o estadística mediante realización de experimentos o desarrollo de problemas más

complejos. Estas actividades se completan con charlas de divulgación científica enmarcadas en dicho taller.

La segunda característica, sincronizar los cambios de clase, obedece a la necesidad de simplificar la gestión de solapes de asignaturas en el horario de un estudiante concreto. Muchos estudiantes del grado en Ingeniería Informática en nuestra Escuela tienen asignaturas de varios cursos. Esto puede ser debido a que son estudiantes que han trasladado su expediente cuando ya tenían aprobadas algunas asignaturas en otra universidad y ahora, al encajar sus estudios en la nueva Escuela, quedan asignaturas pendientes de primero, segundo y tercer que deben cursar en el mismo año para completar los 60 ECTS. Otra posible causa es haber suspendido alguna asignatura de un curso anterior.

Para minimizar solapamientos, los horarios se dividen en dos grandes franjas o turnos, mañana y tarde. Los cursos impares tienen turno de mañana y los pares, turno de tarde. Pero para el caso de los trasladados de expediente, esta prevención no es suficiente porque a menudo el estudiante debe hacer una asignatura de primero y otra de tercero, ambas en turno de mañana.

Hacer que todas las asignaturas coincidan en sus horarios o del todo o en nada, facilita la confección de horarios para cada estudiante.

## 5. Espacios

Por último, es necesario hablar de la adecuación de los espacios donde se desarrolla este aprendizaje, a caballo entre el aprendizaje formal e informal (nueva frontera a punto de desdibujarse definitivamente).

Tal y como aparece en [6] existe una gran disparidad a la hora de definir el concepto de nueva generación de espacios de aprendizaje, algunos autores sólo consideran como espacios zonas físicas, otros incorporan a este conjunto los espacios virtuales y otros eliminan esta frontera por la existencia de espacios que se considerarían híbridos. También muestran discrepancias respecto al concepto tecnológico que en ocasiones sólo supone una red WIFI y los ordenadores que traen los propios estudiantes. No obstante, al parecer, hay un elemento común a todos ellos y es que deben, o deberán si no lo hacen ya, favorecer el aprendizaje colaborativo e interactivo.

Se hace evidente por tanto que las aulas que tan bien sirven a la enseñanza reglada tradicional, tanto a las clases magistrales como a otras metodologías más dinámicas, no sirven igual de bien en una enseñanza basada en la iniciativa del propio estudiante y en el trabajo de grupos pequeños y a menudo autónomos, sin la participación directa y continua de un docente.

Para hacer frente a este desafío, se están rediseñando de forma progresiva todos los espacios de la Escuela.

En algunos de ellos ya se ha realizado la transformación y otros se encuentran en fases más tempranas del proceso.

En esa heterogeneidad que permite un aprendizaje que rompe estructuras preestablecidas caben destacar algunos espacios actuales que ya forman parte de la Escuela y del día a día de los estudiantes.

Un espacio abierto, de alrededor de 160 puestos (apodado por los alumnos “la bolera” por sus grandes dimensiones) que permite grupos de trabajo heterogéneos procedentes de las distintas titulaciones de la Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño, donde los alumnos pueden trabajar juntos sin supervisión. En frente a este espacio, se encuentra el *Fablab*, donde los alumnos dan “forma y vida” a sus proyectos utilizando diversas tecnologías en impresión 3D, corte láser, prototipado rápido y fabricación digital. Cuenta, además, con la gran ventaja de pertenecer a la red internacional de *Fablabs*, promovida con el MIT que permite a los alumnos que lo llevan formación adicional y proyección antes de terminar sus titulaciones.

Los laboratorios tradicionales también están en plena transformación derivando hacia un concepto de red de laboratorios que permita al alumno, esta vez con supervisión, trabajar fuera de horas en esos proyectos ya sea dentro de asignaturas que les suponen un reto “impuesto” y en otros que ellos mismos deciden realizar (por ejemplo, los derivados de los distintos clubes).

Durante el pasado curso 15-16, se diseñó y puso en marcha una sala de grabaciones de vídeos, a disposición de docentes y estudiantes. Gracias a ello, los vídeos que lo estudiantes entregan presentando sus proyectos pueden incluir edición croma y otras técnicas para hacerlos más impactantes.

La sala de clubes y la utilización del propio hall del edificio para realizar charlas y talleres completan los ejemplos de espacios a disposición del proyecto PBS y de los estudiantes.

## 6. Conclusiones

En este artículo se ha presentado la etapa actual de construcción de nuestra *Project Based School*. Se han detallado acciones concretas de participación estudiantil, que se ha incrementado en los últimos años, y las mejoras llevadas a cabo en la organización curricular, espacial, temporal y de equipamientos encaminadas a fomentar dicha participación.

Formar parte de clubes y delegación ofrecen la oportunidad al estudiante de desarrollar competencias profesionales propias de un ingeniero mientras disfruta realizando proyectos o llevando a cabo múltiples actividades en entornos multidisciplinares. Esto es algo que conecta completamente con el modelo de Escuela Basada en Proyectos en la que el aprendizaje

dentro de las aulas utiliza métodos activos de enseñanza-aprendizaje, fundamentalmente aprendizaje basado en proyectos. El hecho de contar con 10 clubes distintos, promovidos por los estudiantes, donde de manera voluntaria desarrollan proyectos más del 20% de los estudiantes de la Escuela, hace pensar que el camino emprendido avanza en la dirección de la motivación por el aprendizaje (los clubes “no dan nota”, solo experiencia) y el acercamiento al mundo profesional.

El cambio curricular y “espacio temporal” realizado en los últimos años ha facilitado que el estudiante pueda desarrollar tanto sus proyectos integradores como sus proyectos de clubes o de participación estudiantil.

Estos elementos (horarios y planes de estudios adaptados, espacios accesibles y promoción y apoyo a la participación estudiantil), proporcionan un entorno adecuado para la adquisición de las competencias generales y técnicas, facilitándose el aprendizaje activo de los estudiantes, su motivación y su orgullo de pertenencia, con el fin de conseguir un aprendizaje experiencial en un entorno multidisciplinar. Al menos así parecen demostrarlo los testimonios de estudiantes, de profesores y de empresas participantes en los proyectos, reforzados todos ellos por los resultados de las encuestas realizadas desde la universidad a los empleadores, donde la orientación a los proyectos y la adquisición de competencias sociales de los ingenieros de la Escuela (muchas de ellas desarrolladas durante la realización de estos proyectos o en los clubes) son muy bien valoradas.

Como ejemplo, se incluyen algunos testimonios de estudiantes actuales sobre los temas tratados en este artículo.

Sobre PBS: *“La base de la escuela, el que se trabaja desde la universidad en proyectos con compañeros de otras disciplinas, quitando prejuicios entre Arquitectura Vs Ingeniería, Industrial Vs Aeroespacial, Diseño Vs TIC, esta relación familiar prácticamente ha hecho que sepamos ponernos en la posición de los profesionales de otros campos, anticipándonos a los problemas y ayudándonos a crecer mutuamente. Además de generarnos una red de contactos de diferentes campos de gran nivel para nuestra próxima vida profesional que está a la vuelta de la esquina.”*

Sobre los miércoles sin clases: *“Un arma de doble filo, sin mal entenderme, es una gran iniciativa gracias a la cual hemos podido desarrollar competencias y realizar actividades impensables años atrás cuándo había clase regular. Sin embargo está sujeto al entusiasmo que seamos capaces de transmitir a nuestros compañeros para realizar las actividades con una masa crítica aceptable. En su mayoría los talleres propuestos por nosotros mismo, incentivado también por la escuela, tienen una mayor aceptación”*

al conseguir implicar a tus propios compañeros. Luego la gran ventaja de los miércoles, ha sido sin duda la creación de equipo/familia en cada club, organización o grupo de trabajo.”

Sobre la delegación de estudiantes: “Una pieza esencial en la Escuela, a través de dónde se intenta transmitir el entusiasmo a todos los alumnos para realizar las actividades. Pero sin descuidar la labor fundamental, que es velar por el correcto funcionamiento de la Escuela y sus titulaciones. Además, una función clave de la delegación, consiste en ver y testar los posibles cambios que pueda sufrir la titulación basada en la experiencia de los docentes y de los alumnos de últimos cursos.”

Tras el análisis, en Junta de Escuela y en las diferentes comisiones de Garantía de Títulos, de los informes emitidos por la oficina PBS sobre la participación y la satisfacción expresada tanto por profesores como por estudiantes en las distintas actividades dentro y fuera del aula, la participación en los clubes, del uso de los espacios, así como de los resultados obtenidos en el primero de los planes de estudios que se modificaron de acuerdo a PBS, el del Grado en Ingeniería Informática (con las asignaturas de proyectos incluidas en los distintos cursos escolares) en los próximos cursos se seguirá dando apoyo a las iniciativas de clubes y delegación, se mantendrá el diseño de horarios con la estructura indicada, se continuará en la línea de transformación de laboratorios integrados y ya se están modificando el resto de planes de estudios de ingeniería, diseño, videojuegos y animación para que incluyan estas asignaturas específicas de proyectos desde primer curso.

## Referencias

- [1] Alonso Álvarez García, Rafael de las Heras del Dedo, Carmen Lasa Gómez (2012). Métodos Ágiles y Scrum. Anaya.
- [2] Ken Bain, (2004). Lo que hace los mejores profesores universitarios. Págs 52 y siguientes de la versión en español. Editorial Universitat de València; ISBN: 84-370-6338-8
- [3] María Cruz Gaya López, Juan José Escribano Otero y María José García. Una titulación de informática utilizando proyectos integradores con PBL. En *Actas del Simposio-Taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación*.
- [4] W. E. Deming (1982). Quality, productivity, and competitive position (Vól. 183). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Center for advanced engineering study.
- [5] Frida Díaz Barriga (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Mc Graw Hill.
- [6] Kym Fraser Editor. The Future of Learning and Teaching in Next Generation Learning Spaces. International Perspectives on Higher Education Research Volume 12. Emerald Books.
- [7] María José García, Juan José Escribano Otero y María Cruz Gaya López. Experiencia de aplicación de ABP al Grado de Ingeniería Informática. En *Actas de las XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2014*. pp 125-132, Oviedo (España), julio 2014.
- [8] María José García, Gonzalo Fernández-Sánchez, María Cruz Gaya López, José Omar Martínez Lucci y M<sup>a</sup> Reyes Vigil Montaña. Project-based engineering School: la implantación coordinada de ABP en las titulaciones de grado de la Escuela Politécnica de la UEM. En *Actas de las X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*. Villaviciosa de Odón, julio de 2013.
- [9] Jonathan Oxer y Hugh Blemings (2009). Practical Arduino. Cool Projects for Open Source Hardware. Learn in-depth arduino techniques using real-world projects.
- [10] M. J. Terrón-López, María José García, P. J. Velasco-Quintana y P. J. Ocampo. Students' and Teachers' perceptions: Initial achievements of a Project Based Engineering School. En *European Journal of Engineering Education*. Noviembre 2016.
- [11] M. J. Terrón-López, María José García, P. J. Velasco-Quintana, P. J. Ocampo, M<sup>a</sup> Reyes Vigil Montaña y María Cruz Gaya López. Implementation of a project-based engineering school: increasing student motivation and relevant learning. En *European Journal of Engineering Education*. Julio 2016.
- [12] M. J. Terrón-López, P. J. Velasco-Quintana, María José García, María Cruz Gaya López y Juan José Escribano Otero. Design and Implementation of a Comprehensive Educational Model: Project Based Engineering School (PBES). En *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(3), 53-60.