



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

PBES. UNA EXPERIENCIA DE APLICACIÓN PBL CON RESULTADOS MUY PROMETEDORES

- Gaya López, M. Cruz¹
mcruz@uem.es
- García García, M. José¹
mariajose.garcia@uem.es
- Martínez Lucci, Jose Omar¹
joseomar.martinez@uem.es
- Vigil Montaña, M. Reyes¹
reyes.vigil@uem.es
- Velasco Quintana, Paloma¹
pjulia.velasco@uem.es
- Terrón López, M. José¹
m_jose.terron@uem.es
- Escribano Otero, Juan José¹
juanjose.escribano@uem.es

(1) Universidad Europea de Madrid
Escuela Politécnica
Calle Tajo, s/n. 28670 Villaviciosa de Odón, Madrid, España

- 1. RESUMEN:** La Escuela Politécnica de la Universidad Europea de Madrid puso en marcha durante el curso 12/13 un proyecto para implantar la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) en todos los cursos de todas sus titulaciones. Este artículo describe cómo se llevó este proyecto a la práctica, cuál fue el procedimiento de evaluación y el análisis de los resultados obtenidos. Las conclusiones son muy alentadoras y nos permiten afirmar que se están alcanzando los objetivos iniciales en gran medida.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

2. ABSTRACT: The School of Engineering at Universidad Europea de Madrid implemented a new learning methodology, in the last academic year (2012/2013), consisted on a Project Based Learning (PBL) on all bachelor degrees. This article describes how was the implementation of this project, the procedures of assessment and analysis of the final results. The conclusions are encouraging and the initial objectives were accomplished.

3. PALABRAS CLAVE: ABP, Acercamiento a profesiones, Competencias transversales, Motivación, Proyectos integradores. / **KEYWORDS:** PBL, Approach to professions, key skills, motivation, integrating projects

4. DESARROLLO:

a) Objetivos

Uno de los problemas más importantes en las titulaciones de ingeniería es que cuando los estudiantes llegan por primera vez a la universidad tienen una imagen de los estudios que van a realizar “idealizada” y en cierta medida distinta a lo que se encuentran en los primeros años. Las asignaturas de una carrera técnica, sobre todo en los primeros años, tienen un alto componente de abstracción y una gran carga teórica y se requiere que sea el profesor quien les conecte esos contenidos con su futuro como ingenieros. Esto hace que en ocasiones pase a convertirse en una barrera a superar para lograr el éxito educativo de los estudiantes. Los alumnos en este momento en muchas ocasiones empiezan a desmotivarse traduciéndose en un incremento de tasas de abandono en estos cursos.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, la Escuela Politécnica de la UEM decidió poner en marcha su andadura como una Escuela Politécnica basada en proyectos (Project Based Engineering School, en adelante PBES) en el curso 2012/2013. Los objetivos perseguidos en esta puesta en marcha eran:



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- 1) Aumento de la motivación y el orgullo de pertenencia de estudiantes y profesores, situando en el centro no sólo los intereses de los estudiantes sino también el de los profesores.
- 2) Lograr un aprendizaje más profundo por la aplicación de métodos activos, integrando conocimientos y competencias específicas fundamentales en la formación de un ingeniero, y como consecuencia, una mejora en los resultados académicos de nuestros estudiantes.
- 3) Desarrollar y fomentar competencias transversales como trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, aprendizaje autónomo, planificación y gestión del tiempo.
- 4) Acercar el aula a la profesión (y viceversa) adquiriendo los conocimientos a la vez que se resolvían casos prácticos y reales cercanos al mundo profesional
- 5) Poner el foco en la sostenibilidad social, económica y medioambiental como competencia transversal que debe desarrollar todo ingeniero.
- 6) Fomentar el emprendimiento, la innovación tecnológica y la internacionalidad.

La metodología Project Based Learning (PBL) se ha utilizado ampliamente para conseguir estos objetivos ya que los estudiantes trabajan en grupos para resolver problemas que suponen un reto. Estos problemas no suelen tener una solución única, están basados en su curriculum y suelen ser interdisciplinarios. Por tanto los estudiantes, basándose en sus conocimientos previos han de hacer búsqueda, selección e integración de información y a partir del análisis y síntesis de las distintas soluciones encontrar la solución óptima (que suele estar conectada con el mundo real). Así pues en cada proyecto los estudiantes conectan diferentes competencias demostrando haber adquirido el conocimiento necesario para el desarrollo del proyecto (Chandrasekaran, Stojcevski, Littlefair, & Joordens, 2012; Solomon, 2003; Hadim & Esche, 2002).



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

b) Descripción del trabajo

La idea clave era utilizar de forma extensiva esta metodología en todos los cursos de todas las titulaciones de la Escuela. Para ello desarrollamos un proyecto que integró los conocimientos de varias asignaturas de un mismo curso en todas las titulaciones de la Escuela. De esta forma durante el curso 2012/2013 se desarrollaron 26 proyectos integradores que involucraban a 67 asignaturas, 55 profesores y 653 estudiantes.

Como resultado de este trabajo, se ha realizado una primera fase de implantación la Project-Based Engineering School en el curso 2012-2013.

Para poner en marcha este proyecto se realizaron distintas sesiones de trabajo iniciales con el fin de establecer el marco general de diseño del mismo:

- Juntas de Escuela extraordinarias: se trabajó sobre el perfil deseado para la Escuela Politécnica.
- Reuniones de dirección académica entre responsables de programa, directora académica, coordinador académico donde se definieron las líneas generales a aplicar en todas las titulaciones.
- Sesiones informativas dirigidas a todo el Claustro, lideradas por la directora académica, para describir a todo el claustro el perfil y las líneas generales del proyecto.

Fue en esta fase en la que se decidió que en 2012-2013 se implantaría en titulaciones de grado y CFGS en horario tradicional (lunes-viernes), y que las asignaturas se organizarían de modo que todos los estudiantes de grado realizaran, en ese curso académico, un proyecto de ingeniería. Estos proyectos integradores (PI) se desarrollarían siguiendo el método ABP y servirán como hilo conductor para permitir a los estudiantes adquirir, integrar y aplicar los conocimientos de varias asignaturas, primando en su diseño la aplicación práctica, a ser posible su cercanía a la profesión incluso con la integración de empresas en el proceso o



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

necesidades del entorno, y la adaptación del tiempo del estudiante al desarrollo de un trabajo inter-asignaturas coherente con las competencias y conocimientos a adquirir.

Se diseñó además una ficha que sirviera para definir los elementos más significativos de cada proyecto y se decidió establecer la figura del coordinador de proyecto integrador como profesor responsable de coordinar la buena implantación y seguimiento de cada proyecto integrador. Esta ficha tenía los siguientes campos:

- Titulación
- Nombre del proyecto integrador
- Coordinador del proyecto
- Descripción del proyecto
- Objetivos
- Asignaturas asociadas al proyecto
- Talleres, visitas y masterclass
- Competencias transversales y específicas que se desarrollan
- Evaluación
- Cronograma del proyecto

En cuanto a los recursos necesarios para desarrollar el proyecto, solicitamos un espacio de trabajo para el profesorado en el campus virtual para cada proyecto integrador, accesible tanto por el coordinador de cada proyecto como por los profesores y directores de departamento.

Una vez establecido el marco común y la visión del proyecto, se dio paso a una fase más operativa en la que se concretaron las propuestas para cada titulación.

Se optó como primera aproximación por proyectos integradores horizontales (del mismo curso), dejando para posteriores desarrollos la integración de proyectos verticales, aunque se ha realizado uno de estas características a modo de proyecto piloto Ingeniería



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

Aeroespacial. También se ha realizado una experiencia piloto de proyecto inter-titulaciones, con los dos ciclos formativos de grado superior que se imparten en la escuela.

Las asignaturas implicadas en cada proyecto podían ser simultáneas o consecutivas, dependiendo de la temporalidad de las mismas y de la especificidad del proyecto que se pretendía desarrollar. Los estudiantes realizarían los proyectos en equipo, teniendo que ser realizado si el estudiante estaba matriculado al menos de una de las asignaturas implicadas que daban sentido al proyecto.

c) Resultados y/o conclusiones

Para la evaluación de los resultados se utilizaron distintas estrategias (cuestionarios, entrevistas grupales y análisis de las calificaciones obtenidas por los estudiantes) y se tuvo en cuenta la opinión de los distintos actores del proyecto, tanto profesores como alumnos.

Los cuestionarios y entrevistas a estudiantes y profesorado se realizaron entre junio y julio de 2013, extrayéndose resultados que han servido de inicio para el diseño de la segunda fase de implantación de la *Project-Based Engineering School* en el curso 2013-14.

Del total de los alumnos participantes en los proyectos integradores el porcentaje de respuesta ha sido del 62,7%. Para el 50 % de los alumnos que contestaron este había sido el primer año en nuestra universidad (UEM). Más de la mitad de los consultados (59,4%) participa en un único proyecto integrador, y el resto participan en los proyectos de dos cursos. El 75% de las respuestas indican que alguno de los proyectos en los que participan tiene una duración de más de un trimestre, y sólo la mitad (50%) tienen matriculadas todas las asignaturas implicadas en los proyectos integradores en los que han participado. De entre los alumnos que no son nuevos en la universidad, el 75% indica que sus resultados este curso son mejores que en cursos anteriores.

La escala utilizada para recoger la información en el resto de los ítems fue una escala Likert compuesta por los valores: 1=Totalmente en desacuerdo, 2=En desacuerdo, 3=Neutro, 4=De acuerdo, 5=Totalmente de acuerdo.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

Se detallan a continuación las preguntas y las medias obtenidas:

- He estado más motivado en las asignaturas del proyecto que en otras que no utilizan este método: 3.5
- Realizar el proyecto me ha motivado para continuar con la titulación: 3.6
- Creo que el trabajo realizado en el proyecto se parece mucho a lo que haré en mi futuro profesional: 3.5
- El desarrollo de un proyecto para una empresa externa que podría, incluso, llegar a comercializarse, me parece una oportunidad: 4.0
- Desarrollar un proyecto ha facilitado el conocimiento y comprensión de los contenidos técnicos de la asignatura: 4.1
- La realización del proyecto me ha permitido reflexionar sobre las implicaciones económicas, sociales y/o medioambientales relacionadas con el desempeño de mi futura profesión: 3.2

A los estudiantes se les proporcionaba además el listado de las 18 competencias generales que forman parte del catálogo de competencias que se utiliza en la UEM a la hora de definir las que deben desarrollarse en los estudiantes, y se les preguntó sobre cada una de ellas. En este caso se incluía entre las opciones de respuesta NS (No sé) para distinguir aquellos casos en los que los estudiantes no identificaban o entendían la competencia sobre la que se le estaba preguntando.

A la pregunta: “Considero que realizar el proyecto me ha ayudado a mejorar en las siguientes competencias”. Las respuestas se presentan a continuación ordenadas en función de los resultados, indicando en primer lugar la de mayor puntuación:

- Toma de decisiones 4,0938
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones 4,0645
- Utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) 4,0625
- Responsabilidad 4,0625
- Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica 4,0625



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- Iniciativa y espíritu emprendedor 3,9688
- Capacidad de análisis y síntesis 3,9355
- Resolución de problemas 3,9063
- Autoconfianza 3,9032
- Habilidades en las relaciones interpersonales 3,8667
- Gestión de la Información (búsqueda, selección e integración) 3,8438
- Aprendizaje autónomo 3,8000
- Innovación y Creatividad 3,7742
- Trabajo en equipo 3,7188
- Razonamiento crítico 3,7097
- Comunicación oral. Comunicación escrita 3,4839
- Planificación y gestión del tiempo 3,3871
- Conciencia de los valores éticos 3,1538

Como puede verse, la competencia que en mayor grado se ha mejorado (desde la perspectiva de los estudiantes) al desarrollar los proyectos integradores ha sido la toma de decisiones, mientras que la menos desarrollada ha sido conciencia de los valores éticos, seguida por planificación y gestión del tiempo. De hecho, al analizar las respuestas, puede verse que la moda es 4 para todas las competencias listadas excepto para conciencia de los valores éticos, en la que la respuesta mayoritaria fue el valor neutro (3). Esta es claramente un área a mejorar, que puede ser reforzada al hacer en futuros años un mayor hincapié en el estudio de las implicaciones sociales, medioambientales y económicas de los proyectos.

Del análisis cualitativo de la entrevista grupal se pueden extraer los siguientes resultados:

1) Respecto al desarrollo de las competencias específicas destacan:

-



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- Autoconsciencia de lo aprendido: son más conscientes de lo que aprenden en la asignatura y el nivel de profundidad en que lo hacen.
 - Reforzar la necesidad de aprender. Con el desarrollo de los proyectos integradores el alumno tiene la oportunidad de adelantar preguntas relacionadas con los objetivos específicos de la asignatura, lo que les permite estar alertas a las respuestas (creamos expectativas) y aprender a un nivel de profundidad mayor. El alumno es consciente desde el inicio qué tiene que saber para finalizar el proyecto, cuáles de estos conocimientos y habilidades tiene y cuáles no, lo que le hace recibir de forma activa los contenidos de las asignaturas.
 - Perdurabilidad de lo aprendido. Los estudiantes perciben que los proyectos integradores son una herramienta mucho más potente que las tradicionales, como exámenes, para obtener un aprendizaje más profundo y perdurable en el tiempo.
 - Generación de islas de conocimiento. Uno de los inconvenientes detectados por los estudiantes es la generación de islas de conocimiento debido a la especialización de cada componente del equipo en una tarea concreta del desarrollo del mismo.
- 2) En el tema del desarrollo de las competencias genéricas o transversales, su percepción es:
- Trabajo en equipo. Ya tienen experiencia de trabajo en grupo puesto que están acostumbrados a realizar prácticas de forma colaborativa. Sin embargo, notan diferencia con los proyectos integradores pues supone mayor dificultad, la adquisición de roles más variados dentro del grupo y mayor organización y planificación entre los componentes del equipo.
 - Planificación. Destacan la necesidad de una buena planificación para sacar adelante el proyecto.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- Responsabilidad. Le dan mucha importancia a la responsabilidad. La plantean desde dos puntos de vista: la necesidad de que todos los componentes del equipo lleven los aprendizajes necesarios actualizados para no retrasar el trabajo del grupo y la responsabilidad de defender el proyecto ante un tribunal. Describen varias situaciones en las que la falta de responsabilidad de componentes del grupo dio lugar a cargas de trabajo excesivas para el resto de compañeros del equipo y peores resultados.
 - Comunicación. Destacan la puesta en práctica de esta habilidad para explicar el proyecto, negociar para la toma de decisiones, y llevar a cabo la coordinación del proyecto.
 - Autoaprendizaje. Consideran que sí han tenido que fomentar esta habilidad destacando como fuentes: otros compañeros, búsquedas de información, etc.
 - Sostenibilidad. Sí que han desarrollado esta competencia pero de forma muy tangencial, en algunos casos no han sido conscientes hasta que se planteó en la entrevista.
- 3) En lo que se refiere al acercamiento o vinculación con el mundo profesional, indican:
- Similitud proyecto-futuro profesional. Consideran que, aunque sea difícil de predecir, el proyecto se parece a lo que será su futuro profesional, al menos, en cuanto a desarrollo de competencias transversales se refiere. Además la mayoría de ellos destacaron este aspecto como lo que más les gustó del mismo.
 - Alejamiento proyecto-CE asignaturas. Se les planteó la inquietud de que el contenido del proyecto, al cubrir una necesidad real de una empresa externa, se alejara mucho de las competencias específicas de las asignaturas que lo cubrían. A este respecto comentan que, en algunos casos, necesitaban profundizar más en el conocimiento de las competencias específicas del nivel en que se explicaba en clase.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- Derechos de explotación del proyecto resultado. Consideran que el hecho de trabajar para un proyecto de una empresa externa que finalmente pueda ser comercializado es más bien una oportunidad, como aprendizaje y como currículum. Además no consideran que el resultado pueda tener la calidad suficiente como para ser comercializado.

4) En relación con la motivación cabe resaltar:

- Motivación por el aprendizaje. Trabajar en el proyecto les hace ver la utilidad de los contenidos teóricos de las asignaturas y facilita el estudio.
- Orgullo del resultado. Se muestran orgullosos del proyecto resultado, mostrándolo entre sus familiares.
- Remedio abandono de primeros cursos. Consideran los proyectos como una herramienta útil para mostrar a los alumnos de primeros cursos el contenido real de su titulación evitando así abandonos en primeros cursos y, en caso de producirse, creen que sería realmente por una visión incorrecta de lo que se estudia en la titulación.
- Visión globalizadora de los estudios. Consideran que el proyecto le da continuidad a los estudios. Ven el final de un trimestre como “un punto y seguido” en lugar de como un “punto y aparte”.

5) Relacionado con propuestas de mejora, los alumnos han detectado:

- Distribución de la carga de trabajo: consideran que esta forma de trabajo conlleva un desplazamiento de la carga de trabajo al final de la asignatura por lo que pasan las dos últimas semanas de cada trimestre muy agobiados.
- Información para la matrícula. Consideran que antes de realizar la matrícula es muy conveniente que el alumno sepa cuáles son las asignaturas que intervienen ese curso en proyectos (pueden variar de un año académico a otro).



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- Evaluación. Una propuesta de mejora es que las asignaturas que intervienen en el proyecto se evaluaran en base a éste.

Las conclusiones ponen de manifiesto resultados muy prometedores y permiten detectar áreas de mejora para madurar el proyecto:

Los profesores y alumnos han estado más motivados

Los estudiantes perciben los proyectos integradores como una herramienta para potenciar un conocimiento más profundo y perdurable de las competencias específicas, aunque, como contrapartida, detectan la generación de islas de conocimiento por la especialización de los componentes del equipo en tareas concretas.

Los estudiantes consideran que han profundizado en el desarrollo de competencias transversales. Aunque habría que profundizar en el desarrollo de la sostenibilidad de los proyectos lo que redundará en la potenciación de la competencia de “valores éticos”.

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 es muy destacada y valorada por los estudiantes.

Respecto a los resultados de calificaciones, se ha producido una considerable mejora en el curso 2012-2013 respecto al curso anterior: el porcentaje de no presentados ha descendido del 15% al 10%, mientras que el número de aprobados ha aumentado del 37% al 66%. Aunque no podemos afirmar que estos resultados sean sólo achacables a la implantación de este proyecto, resultan muy prometedores.

Por último, la satisfacción con el profesorado también ha ascendido en la Escuela Politécnica, pasando de un 4.0 en el 2011-2012 a un 4.1 en 2012-2013.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chandrasekaran, S., Stojcevski, A., Littlefair, G., & Joordens, M. (2012). Learning through Projects in Engineering Education. *SEFI 40th annual conference*. Thessaloniki (Greece).
- González Lamar, D., Fernández Miaja, P., Arias Pérez de Azpeitia, M., Rodríguez González, M., Rodríguez Alonso, A., Vazquez Ardura, A., y otros. (2012). Experiences in the Application of Project-Based Learning in a Switching-Mode Power Supplies Course. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 69-77.
- Hadim, H., & Esche, S. (2002). Enhancing the engineering curriculum through project-based learning. *Frontiers in Education*, 2, 1-6.
- Kolmos, A. (2012). Changing the Curriculum to Problem-Based and Project-Based Learning. En K. Mohd-Yusof, N. A. Azli, A. M. Kosnin, S. K. Syed-Yusof, & Y. M. Yusof, *Outcome-Based Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Innovative Practices* (págs. 50-61). Hershey: PA: Information Science Reference.
- Lehmann, M., Christensen, P., Du, X.-Y., & Thrane, M. (2008). Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 33(3), 283-295.
- Solomon, G. (15 de Enero de 2003). Project-Based Learning: a Primer. *Technology & Learning*, 23(6), 20-30.