

# Aprendizaje basado en proyectos coordinados entre asignaturas del área de Ingeniería Eléctrica.

Carlos A. García Vázquez\*, Luís Fernández Ramírez, Pablo García Triviño, Francisco Llorens Iborra

\*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Politécnica Superior de Algeciras

[carlosandres.garcia@uca.es](mailto:carlosandres.garcia@uca.es)

**RESUMEN:** El objetivo básico de la educación en Ingeniería puede plantearse en el sentido de “producir graduados flexibles que puedan pensar íntegramente, resolver problemas y ser aprendices de por vida”. Con esta filosofía la integración de las técnicas de aprendizaje basado en proyectos (ABP) resulta bastante atractiva y útil frente a otras técnicas clásicas. Mediante la aplicación de esta técnica, se ha realizado un proyecto real de naturaleza profesional en el ámbito de la ingeniería eléctrica, de forma coordinada entre varias asignaturas del área de Ingeniería Eléctrica del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, en las que los alumnos han desarrollado subproyectos que engloban diversas partes del citado proyecto. De esta forma, el proyecto se ha ido descomponiendo en distintas fases acordes a las competencias a desarrollar en las distintas asignaturas. Al término del segundo semestre, se ha desarrollado una jornada final, siguiendo un patrón similar a la de las defensas de Proyectos Fin de Grado, contando con la participación de los alumnos de todas las asignaturas, y en la que estos han dado a conocer el proyecto realizado en su conjunto, como agrupación de subproyectos.

**PALABRAS CLAVE:** proyecto, innovación, mejora, docente, aprendizaje basado en proyectos (ABP), proyecto coordinado, ingeniería eléctrica.

## INTRODUCCIÓN

La técnica del ABP se debe a la Universidad McMaster de Ontario (1), donde desde hace más 50 años se lleva utilizando esta metodología didáctica en la docencia de la titulación de Medicina.

En el ABP, los alumnos, individualmente o divididos en grupos, aprenden y razonan la materia, a través de su propia investigación de los conceptos de la asignatura (2). Es un modelo de enseñanza donde los alumnos aprenden a aprender. El profesor por su parte, tiene el papel de mediador u orientador y su labor se centra en la asistencia al alumno, de forma que encuentre la solución más acorde y viable al problema (3).

Un concepto bastante habitual en el ABP es el de entregable. Este es un trabajo intermedio que el alumno debe presentar al profesor a lo largo del curso y antes de la entrega del proyecto final. El número de entregables suele ser variable, siendo su principal cometido el de permitir al profesor realizar un seguimiento del alumno. De esta forma, el profesor puede detectar posibles anomalías, corregirlas y comunicárselas al alumno (4).

## IMPLANTACIÓN DEL ABP COORDINADO

La técnica del ABP mediante un proyecto coordinado se ha aplicado a tres asignaturas de tercer curso de la Tecnología Específica Electricidad del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la EPS de Algeciras.

El proyecto se ha considerado como una única unidad, no encuadrado en una asignatura particular, sino coordinado entre varias, con objeto de que el alumno adquiera conciencia clara de que las competencias en el área de Ingeniería Eléctrica forman un todo común. Esto solo es posible si se elige un proyecto muy cercano a la realidad (al que puede

encontrarse en su futura vida profesional), para que el alumno se vea en la necesidad de interactuar con distintas competencias de forma natural. El proyecto elegido a desarrollar durante el curso se encuentra dentro del ámbito de la Ingeniería Eléctrica, al mismo nivel que se le exige al alumno en el proyecto fin de grado. En particular, se ha propuesto al alumnado la realización del proyecto necesario para el suministro eléctrico de un bloque de viviendas. Cada asignatura se ha encargado de un subproyecto concreto, en el que cada una ha considerado los entregables adecuados según sus necesidades:

- 1) Instalaciones Eléctricas (primer semestre): Diseño del suministro eléctrico de MT y BT.
  - a. Definición del bloque de viviendas a electrificar y previsión de potencia.
  - b. Cálculo del centro de transformación, línea de distribución de BT y acometida del edificio.
  - c. Diseño de las instalaciones de enlace e interior del bloque.
  - d. Diseño del alumbrado interior.
- 2) Líneas y Redes Eléctricas (segundo semestre): Diseño de la línea aérea de AT.
  - a. Descripción y definición del proyecto.
  - b. Diseño de la línea eléctrica.
  - c. Cálculo mecánico de la línea.
  - d. Cálculo de apoyos y red subterránea al centro de transformación.
- 3) Accionamientos eléctricos (segundo semestre): Diseño de accionamientos para el bloque de viviendas (ascensor y puerta de garaje).
  - a. Definición de los accionamientos a diseñar.
  - b. Realización de esquemas explicativos.
  - c. Selección de la aparatamenta eléctrica.
  - d. Realización práctica de la maqueta-prototipo.

Una herramienta básica para la puesta en práctica del proyecto de innovación ha sido el aula virtual, en la que se han especificado cada una de las tareas a realizar y los entregables correspondientes en el plazo de entrega prefijado.

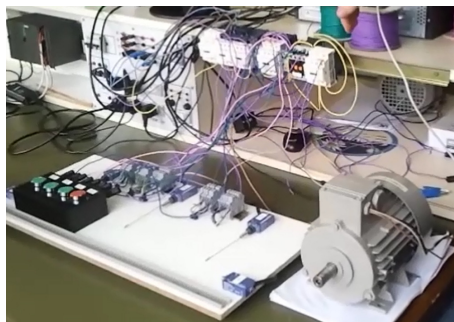
El procedimiento seguido en la ejecución ha sido el siguiente: A medida que se ha desarrollado la materia, el alumno ha realizado las tareas correspondientes a cada fase del subproyecto, que se han materializado en un entregable. Cada uno de ellos ha sido corregido y evaluado con un 5% de la calificación total del proyecto. Al final de la asignatura, el alumno ha entregado un proyecto incluyendo las correcciones planteadas, el cual ha sido evaluado con el 80% de la calificación.

Al término del segundo semestre, el alumno ha presentado un proyecto final que aglutina cada uno de los subproyectos desarrollados en las asignaturas, pero con una estructura única. Este ha servido de preparación a la prueba de madurez final del título, puesto que el alumno ha tenido que exponerlo de igual forma a como se desarrollaría la defensa del Proyecto Fin de Grado del título que cursa. El alumno ha expuesto su proyecto, durante 15 minutos más 10-12 minutos para responder a cuestiones, ante un tribunal presidido por un profesor con funciones de evaluador externo y los profesores que han impartido las asignaturas. Finalizado este proceso, el tribunal ha debatido las calificaciones según el siguiente criterio: Documento del proyecto presentado (70%), exposición (15%) y defensa (15%). Estas han repercutido en un 30% de la calificación final en acta de las asignaturas de segundo semestre.

Tras la exposición y defensa del proyecto, los alumnos rellenaron una encuesta (Anexo I), que ha servido de ayuda para el análisis del proyecto coordinado y la obtención de resultados.

Tres consideraciones adicionales se han tenido en cuenta en el desarrollo del proyecto coordinado:

- La asignatura de primer semestre, Instalaciones Eléctricas, ha tenido el rol adicional de plantear al alumno cómo realizar un proyecto en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica.
- La asignatura de Accionamientos Eléctricos ha desarrollado el subproyecto aplicando técnicas de aprendizaje cooperativo, fomentando el desarrollo de habilidades interpersonales; en el resto, se ha fomentado el trabajo de investigación autónomo. En esta asignatura se ha potenciado también la adaptación a situaciones reales, con la realización de una maqueta-prototipo del accionamiento implementado.



**Figura 1.** Maqueta-prototipo del accionamiento del ascensor de tres plantas del bloque de viviendas.

- Por último, destacar la confección de un repositorio de proyectos en el ámbito eléctrico, útiles tanto para las

distintas asignaturas de la Tecnología Específica del Grado, como para servir de guía a la realización posterior del Proyecto Fin de Grado.

## ANÁLISIS Y RESULTADOS

La implantación de técnicas de ABP y aprendizaje cooperativo puede suponer al alumno un cambio notable en su estrategia de abordar una nueva asignatura, que en ciertos casos puede dar lugar a una falta de interés en adquirir sus competencias. Sin embargo, al plantearse un proyecto coordinado entre asignaturas de su Tecnología Específica, con la elección de un proyecto a realizar muy próximo a la realidad y con el atractivo de servir de experiencia al futuro Proyecto Fin de Grado, ha supuesto que el alumnado haya trabajado muy motivado. En este sentido, los resultados de las encuestas (Anexo I), indican claramente que el alumno valora muy positivamente la técnica ABP y que su grado de satisfacción con el aprendizaje y trabajo realizado en el proyecto es elevado; prefiriendo claramente esta técnica a la expositiva.

Un aspecto relevante a tener en cuenta en el análisis de resultados es cuánto tiempo dedica el alumno a las distintas actividades, ya que un excesivo interés en este puede mermar la dedicación a otras asignaturas. La encuesta realizada refleja que el tiempo para la realización del proyecto ha sido adecuado; aunque en este sentido es necesario considerar la diferente valoración en cuanto a la motivación del alumno: los alumnos más motivados inciden en que ha sido fácil compatibilizarlo con el resto del curso, mientras que otros consideran que el esfuerzo es alto para la valoración final que ha tenido en las asignaturas que forman parte del proyecto.

La coordinación de distintas materias dentro en el proceso de aprendizaje del alumno es otro aspecto fundamental considerado, cuyo principal resultado ha sido conseguir en el alumno la capacidad de formarse una idea clara de la interrelación entre las distintas competencias dentro del ámbito de la Ingeniería Eléctrica, de forma similar a lo que se va a encontrar en su vida profesional una vez egresado. Un aspecto muy valorado por el alumnado y que incide en que considere el proyecto como una unidad es su exposición y posterior defensa. No solo por el hecho de que han tenido que unificar en una única actividad todo el trabajo realizado durante el curso, sino porque han valorado muy positivamente la experiencia como preparación de su futuro proyecto fin de grado, tanto en su elaboración como en su exposición y defensa, ya que esta se ha realizado siguiendo las mismas pautas que se realizan en aquel.

Se plantean como propuestas de mejora, dar al alumno previamente una visión de conjunto y guía del proyecto compartido, con objeto de mejorar la coordinación y facilitar el trabajo del alumno.

Como conclusión, valoramos esta actividad como una experiencia muy gratificante, con un elevado nivel en la ejecución del proyecto y su exposición y una sensación de gran interés en el alumnado. Por tanto, consideramos esta actividad muy deseable para el alumno, que ha de perdurar en el tiempo y que puede ser extendida a otras Tecnologías Específicas del Grado.

## REFERENCIAS

1. Woods, D.R. Problem-based Learning: How to gain the most from PBL. 1<sup>st</sup> Edition. W L Griffen Printing. 1994.
2. Mills, J.E. y Treagust, D.F. Engineering Educations – Is problem-based or Project-based learning the answer? Australasian Journal of Engineering Education online publication. 2003, 1-16.
3. Biggs, J. and Tang, C. Teaching for Quality Learning at University. Fourth Edition. McGraw-Hill. 2011.
4. García, P. and Fernández, L.M. Aprendizaje basado en proyectos: Experiencias en su aplicación en una asignatura de Energías Renovables. XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Barcelona, 2011. 1-11.

## ANEXOS

*PI\_13\_021\_Anexo 1.pdf*

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a los alumnos que han realizado este proyecto de innovación por su interés y motivación en el desarrollo del proyecto coordinado.