



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

PROYECTO MULTIDISCIPLINAR DE ROBÓTICA EN PRIMER CURSO DE GRADO DE INGENIERÍA

Experiencia didáctica

- Zacarés García, José Francisco¹
pzacares@florida-uni.es
- Sánchez Grandía, Rafael²
rsanchez@grea.upv.es
- Aznar Jimenez, Mercedes¹
maznar@florida-uni.es
- Contreras Brull, Vicente¹
vcontrer@florida-uni.es
- Llorca Martínez, Jaume¹
jllorca@florida-uni.es
- Ruíz Muñoz, Antonio¹
aruiz@florida-uni.es
- Pastor Benlloch, José Manuel¹
jmpastor@florida-uni.es
- Rodenas Escrivá, Francisco²
frodernas@mat.upv.es
- López Sánchez, Jaime³
jlopez@el.ub.edu

(1) Florida Universitaria.
Departamento de Ingeniería
C/ Rei En Jaume I, 2, 46470, Catarroja (Valencia), España

(2) Universidad Politécnica de Valencia.
Departamento de Física Aplicada
Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España

(3) Universidad de Barcelona.
Departamento de Electrónica.
C/ Martí i Franquès, 1, 08028, Barcelona, España



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

1. **RESUMEN:** En el curso 2010-11 se inician los estudios de grado en Ingeniería Mecánica y Ingeniería Electrónica y Automática. Para trabajar las competencias transversales se plantea realizar un proyecto multidisciplinar donde se impliquen todas las asignaturas del primer curso. En el presente escrito se realiza una evaluación del proyecto en el transcurso de los cuatro años que lleva vigente, se revisan cuáles han sido los principales problemas en su ejecución y se comentan cómo han sido resueltos.
2. **ABSTRACT:** The undergraduate Mechanical Engineering and Electronic Engineering starting in the 2010-11 academic year. A multidisciplinary project aims to work generic skills where all involved subjects in first year. In this paper an evaluation of the project is carried out in the course of the four years he has been in force. We review what have been the main problems in implementation and discussed how they were resolved.
3. **PALABRAS CLAVE:** Proyecto multidisciplinar, Competencias transversales, Trabajo en grupo, Ingeniería Industrial, Robótica / **KEYWORDS** Multidisciplinary project, Transversal competences, Working groups. Industrial engineering. Robotics.

4. DESARROLLO:

En los diferentes ámbitos educativos se ha considerado la formación como una transferencia de conocimiento; actualmente dentro del Espacio Europeo de Educación Superior [1], se pretende generar un sistema universitario marcado por la máxima calidad y competitividad internacional introduciendo las metodologías docentes activas y colaborativas. Además de las competencias específicas de una titulación, la sociedad y el sector empresarial demandan que los futuros profesionales adquieran competencias transversales que con la formación tradicional son difíciles de conseguir [2]. Este objetivo sólo se puede conseguir propiciando un cambio en la metodología docente [3-4].

En el curso académico 2010-11 iniciamos los estudios de los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica y Automática proponiendo un proyecto multidisciplinar donde intervienen las diferentes asignaturas del grado. Cada vez aparecen más experiencias



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

donde el alumnado se enfrenta a un problema multidisciplinar implicando varias asignaturas [5-6]. La implicación de todo el profesorado de un curso académico en un proyecto multidisciplinar es bastante complejo y suele ser muy difícil de llevar a cabo en el entorno universitario. Nuestro colectivo de profesores tenía inicialmente experiencia en la realización proyectos multidisciplinarios con la implicación de algunas asignaturas de diferentes cursos académicos [7], pero no tenía experiencia en incluir todas las asignaturas en un único proyecto. La propuesta que se hizo fue implicar a todas las asignaturas de primer curso de ambos grados en el proyecto multidisciplinar [8]. A partir de este proyecto multidisciplinar se pretende que el alumnado adquiera las competencias transversales de trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, resolución de conflictos, aprendizaje permanente, compromiso ético y responsabilidad, iniciativa, innovación y creatividad y utilización de herramientas TIC para la comunicación y la búsqueda de información.

a) Objetivos

El objetivo de este estudio es la evaluación del proyecto multidisciplinar desarrollado en el primer curso de los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica y Automática Industrial en el transcurso de los cuatro años que lleva vigente. Se revisan cuáles han sido los principales problemas en su ejecución y cómo han sido resueltos. En el presente escrito se pondrá de manifiesto el rechazo del proyecto integrado que inicialmente tenía el alumnado y la gran aceptación que tiene actualmente debido a las modificaciones que se han ido realizando en cuanto a metodología y coordinación del profesorado.

b) Descripción del Trabajo

Inicialmente el proyecto multidisciplinar se planteó como el trabajo en equipo de los alumnos de primer Grado de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica y Automática Industrial en una serie de actividades donde todas las asignaturas del grado debían estar implicadas, las asignaturas comunes a los dos grados son: Física, Matemáticas I, Expresión Gráfica, Informática, Informática Aplicada, Química, Lengua Extranjera; y como asignaturas diferenciadas nos encontramos Física de Especialidad y Ciencia de los



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

Materiales I en el Grado de Ingeniería Mecánica, y Empresa I y Electricidad en el Grado de Ingeniería Electrónica y Automática. Los alumnos fueron agrupados en función de sus fortalezas y los comportamientos que puedan beneficiar al grupo de una manera asertiva teniendo en cuenta el test de Belbin [9]. Para que el alumnado comprendiera la importancia y la relación de cada una de las asignaturas con el ámbito profesional de la ingeniería se planteó que todas las actividades tuvieran una aplicación concreta. En este sentido todas las asignaturas debían plantear actividades relacionadas con el diseño de un brazo robot industrial. Se establecieron grupos de trabajo de entre 5 y 7 alumnos de primero que debían trabajar de forma coordinada para realizar todas las actividades propuestas. En el proyecto también participa un alumno del último curso como líder del grupo, un profesor como coordinador de proyecto y todos los profesores. Cada asignatura debe dedicar un 25% de su carga lectiva al trabajo del proyecto integrado y las actividades planteadas deben fomentar el aprendizaje basado en problemas (PBL). El 75% de la carga lectiva se realiza mediante metodologías convencionales teórico-prácticas y los contenidos trabajados mediante el PBL no deben ser trabajados de forma convencional. Además el alumnado dispone de cuatro horas semanales para trabajar presencialmente el proyecto multidisciplinar con el coordinador y con el líder de su grupo.

El proyecto integrado pretendía fomentar las competencias transversales del alumnado y además crear una motivación del trabajo en los estudios de ingeniería. Sin embargo, en el primer año que se implementó el proyecto, las valoraciones del alumnado, fueron bastante bajas en el grado de Ingeniería Mecánica (tabla 1). La valoración global de 3,9 sobre 10 y varios comentarios indicando que debía eliminarse el proyecto integrado, provocaron una gran preocupación entre el profesorado que participaba en el proyecto.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

	2010-11	2011-12	2012-13
Objetivos del proyecto integrado	4,6	5,3	6,4
Metodología	4,5	4,8	6,0
Evaluación	5,3	5,5	6,5
Relación y atención al alumnado	8,0	5,5	6,2
Valoración global	3,9	6,1	6,4

Tabla 1: Valoración del proyecto integrado del primer curso de Ingeniería Mecánica

	2010-11	2011-12	2012-13
Objetivos del proyecto integrado	6,6	4,6	6,3
Metodología	6,0	5,2	6,1
Evaluación	6,5	6,4	6,9
Relación y atención al alumnado	8,2	6,5	7,2
Valoración global	7,3	7,9	7,7

Tabla 2: Valoración del proyecto integrado del primer curso de Ingeniería
Electrónica y Automática Industrial

Se analizaron los motivos por los cuales el proyecto multidisciplinar había tenido tan poca aceptación en los estudiantes de primer curso del grado de Ingeniería Mecánica:

- 1) En el grado de Ingeniería Electrónica y Automática se habían realizado previamente proyectos multidisciplinarios entre algunas asignaturas con lo cual el profesorado tenía cierta experiencia, por el contrario en el grado de Ingeniería Mecánica era la primera vez que se realizaba un proyecto de esta envergadura. Además el volumen de alumnado es tres veces superior en el grado de Ingeniería Mecánica que en el de Electrónica y Automática.
- 2) El trabajo que se proponía era la realización de varias actividades centradas en un tema común, pero no se proponía un trabajo que implicara a varias o todas las asignaturas.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- 3) En algunas asignaturas las actividades del proyecto multidisciplinar se indicaban al final del semestre, con lo cual las asignaturas del primer semestre no compartían la mayor parte de los objetivos de las asignaturas anuales.
- 4) Dependiendo de la implicación del profesorado en el proyecto multidisciplinar se respetaba la dedicación del 25% de la carga lectiva en la realización del proyecto.
- 5) En algunos casos los contenidos trabajados en el proyecto multidisciplinar volvían a trabajarse mediante metodología tradicional cargando al alumnado con un volumen de trabajo excesivo.
- 6) El reparto del volumen del trabajo por parte del alumnado no era equitativo y los alumnos más responsables no veían reflejado este hecho en la calificación final del proyecto.
- 7) Debido a la novedad del proyecto multidisciplinar, el líder era un alumno de último curso de la titulación de Ingeniería Industrial que no tenía experiencia previa en la realización de un proyecto de esta magnitud.

Con la experiencia obtenida en estos primeros años se han realizado una serie de mejoras en el desarrollo del proyecto a partir de las cuales se ha conseguido una mejora en las valoraciones de los estudiantes en el grado en Ingeniería Mecánica (tabla 1) y mantener o mejorar ligeramente las valoraciones de los estudiantes del grado en Ingeniería Electrónica y Automática (tabla 2).

En líneas generales las medidas propuestas para mejorar la valoración del alumnado respecto el proyecto integrado han sido las siguientes:

- 1) Se han realizado reuniones entre el profesorado con la finalidad que el profesorado con más experiencia diera indicaciones para el trabajo a los profesores con falta de experiencia



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

- 2) Se ha intentado integrar las asignaturas en las actividades propuestas. En el curso 2012-2014 se ha conseguido proponer una actividad que engloba a casi la totalidad de las asignaturas del grado.
- 3) En la guía docente hay un apartado de proyecto multidisciplinar donde el profesor debe dejar explicito las actividades que debe desarrollar el alumnado.
- 4) El profesorado está más implicado en el proyecto multidisciplinar y debe respetar el 25% de la carga lectiva.
- 5) En las diferentes reuniones de unidad se ha incidido que los contenidos trabajados en el proyecto multidisciplinar deben ser evaluados y cualificados únicamente en el proyecto.
- 6) El coordinador, el alumnado y el profesorado participan en una evaluación individual de forma que cada alumno tiene una variación de la nota de grupo que puede oscilar en un 50%.
- 7) En los cursos 2011-12 y 2012-13 se decidió no disponer de líder e intentar que en todos los grupos hubiera un perfil de líder utilizando el test Belbin [9]. En el curso 2013-14 se ha seguido utilizando el test Belbin para la asignación de grupos pero se ha introducido de nuevo el líder, esta vez con experiencia en la realización de proyectos multidisciplinarios. Este nuevo líder ha aportado al grupo la experiencia en cuanto a organización, responsabilidad y presentación oral.

c) Resultados y/o conclusiones

Las mejoras en el proyecto multidisciplinar se han producido como consecuencia de una mejor coordinación entre el profesorado de algunas materias, ello ha consistido principalmente en crear una serie de actividades comunes a varias asignaturas donde cada asignatura resuelve una parte concreta del problema y así el alumno/a tiene una mejor visión de lo que es un trabajo de investigación; quedando pendiente para un futuro que la



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

totalidad de las asignaturas de primer curso trabajen en la misma línea y hacerlo extensivo para cursos superiores.

Ante la necesidad de una mejora en el proyecto multidisciplinar, desde las asignaturas de matemáticas y física aplicada, se intento aglutinar a otras asignaturas como son: informática, informática aplicada, lengua extranjera, expresión gráfica y ciencia de los materiales; para conseguir que el estudio y diseño de un robot fuese una aportación de un grupo de trabajo que implicara distintas ramas de la ciencia y que entre ellas se ayudasen a resolver los diferentes problemas que surgiesen.

Esta nueva visión de abordar el proyecto multidisciplinar donde las actividades propuestas tenían una interrelación entre las diferentes materias género un incremento de interés del alumno en la vertiente más aplicada de las asignaturas, esto facilitó un aprendizaje socializado de los contenidos creando múltiples miradas y percepciones de un mismo problema. Así realizando esta serie de actividades colaborativas proponiendo una serie de actividades prácticas se consiguió una mejor comunicación entre alumnos y profesor, a la vez que se fomentó una independencia en el aprendizaje autónomo y en la distribución del tiempo grupal.

En el caso de las asignaturas instrumentales como informática aplicada y lengua extranjera se les dio aún mayor libertad al alumnado para que la propuesta de solución fuese más autónoma y no tan dirigida, esto supuso que reclamasen una mayor atención y guía ya que surgieron más dudas en cuanto a la forma de resolución que debían de plantear, ello mejoro una mayor participación en las tutorías grupales, así como una mayor implicación en los contenidos de la asignatura, pues eran ellos quienes debían aplicarlos a la consecución del proyecto.

Solamente en dos de las asignaturas se han vuelto a reproducir los mismos problemas que en años anteriores como es el que se dedicase un cómputo de tiempo inferior al estipulado o que se produjese una consecución parcial de objetivos por no haber perfilado más adecuadamente la participación en el proyecto.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

La experiencia del trabajo del proyecto multidisciplinar en estos cuatro años, del 2010-11 al 2013-14 nos permite concluir las siguientes consideraciones para mejorar la calidad del proyecto y el interés del alumno.

- El proyecto multidisciplinar que inicialmente se realiza como un incentivo de estudio en el alumnado puede volverse en contra si no es gestionado y desarrollado de forma adecuada.
- Introducir todas las asignaturas en el desarrollo de un proyecto multidisciplinar resulta bastante complejo y requiere de la implicación y experiencia de todo el profesorado.
- Para conseguir una mayor motivación en el alumnado, es conveniente que las asignaturas implicadas en el proyecto multidisciplinar trabajen en una única actividad de forma coordinada.
- El profesorado debe indicar en la guía docente el trabajo a desarrollar en el proyecto multidisciplinar y debe comunicárselo a los estudiantes desde el inicio de curso, pues en caso contrario influye en la planificación de los alumnos.
- La carga lectiva del proyecto multidisciplinar debe respetarse y los contenidos trabajados en el proyecto deben ser evaluados únicamente en el proyecto.
- Es necesario realizar una evaluación y cualificación individual a parte de la del grupo, para evitar su falta de participación e implicación con la investigación.
- En caso de intervenir un líder (estudiante de último curso) en el proyecto integrado este debe tener experiencia en la participación del mismo, en caso contrario es aconsejable dejar en suspenso esta figura.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. European Commission. Directorate-General for Education and Culture, “The Bologna Declaration of 1999. Joint declaration of the European Ministers of Education,” retrieved on November 3, 2011, from: http://ec.europa.eu/education/higer-education/doc1290_en.htm.
2. M. De Miguel, I. J. Alfaro, P. Apodaca, J. M. Arias, E. García, C. Lobato, A. Pérez, Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marco del EEES. Ediciones Universidad de Oviedo, (2006).
3. Poblete, M. Seminario Internacional Orientaciones Pedagógicas para la convergencia Europea de Educación Superior, La Enseñanza Basada en Competencias. Competencias Generales, Bilbao (2003).
4. González, J & Wagenaar, R. Tuning Educational Structures in Europe. Universidad de Deusto. (2003).
5. Hans-Jörg W. et al(2006) A Competency-Based Educational Model in a Chemical Engineering School J. Eng. Ed. Vol. 22, No 2, pp 218-235
6. Pérez A., Serrano J., Pérez E., Peñarrocha I., Metodologías activas e interdisciplinariedad en el diseño de máquinas, XVIII Congreso Universitario de Innovación en las Enseñanzas Técnicas, Santander, (2010).
7. J. López Sánchez, G. Sánchez Marquez , A. Ortega Valera, M. García Giménez, V. Aucejo Galindo, J. Llorca Martínez ,R. Martínez García.Estrategias para la Formación y Evaluación de Competencias en los Proyectos de Ingeniería Industrial. XVI Congreo Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET’08)Cadiz, España(2008)



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

8. Zacarés J., López J., Martínez M., Contreras V., González-Espin, F., Llorca J., Ortega A., Ribelles R. Diseño de un proyecto interdisciplinar de robótica aplicado a primer curso de Grado de Ingeniería. XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Barcelona, (2011).
9. Home to Belbin Team Roles, “Team Role Theory,” retrieved on November 5, 2011, from: <http://www.belbin.com/>