

ANEXO III. MEMORIA FINAL DE PROYECTO

TITULO ARTICULO: MAQUETA DE UNA MÁQUINA COMO PROYECTO PARA EL APRENDIZAJE DE DESARROLLO DE PRODUCTOS EN DISEÑO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA.

TITLE ARTICLE: MACHINE MOCK UP AS A LEARNING PROJECT FOR PRODUCT DEVELOPING IN AGRICULTURAL MACHINERY DESIGN

Rafael R. Sola-Guirado*; Gregorio L. Blanco-Roldan; Jesus A. Gil-Ribes; Juan Agüera-Vega; Sergio Castro-Garcia; Emilio González-Sánchez
ir2sogur@uco.es (+corresponding author);
Universidad de Córdoba

Received: dd/mm/yyyy

Accepted: dd/mm/yyyy

Abstract

An exercise based on project is proposed in lesson "Agricultural machinery design. Automation". To solve the problem, students must go through all phases of product development methodologies: information search, work planning, design, calculation, manufacturing... Finally, they must obtain a model which simulates the work performed by a agricultural machinery with loader or manipulator functions. This year, the students chose a methodology of work sequentially, instead of the one recommended, concurrent engineering. This choice required less interaction among them but at the end they exposed the cons and pros of using it. The teaching indicator show improvement of the quality of the teaching with greater participation of students, and better academic results. However, teachers are required an extra dedication and time, as well as more resources. So, in the future should be coordinated the practice with other similar subjects or extra courses.

Keywords: mock-up; project; machine; design; learning;

Resumen

Se propone la introducción de un ejercicio basado en proyectos en la asignatura de "Diseño de maquinaria agraria. Automática agraria". Para resolver el problema los alumnos han de pasar por todas las fases de las metodologías de desarrollo de productos: búsqueda de información, planificación del trabajo, diseño, cálculo, fabricación, etc. Al final, los alumnos deberán obtener una maqueta que modele el trabajo de una máquina agrícola con funciones cargadora o manipuladora. Los alumnos eligieron una metodología de trabajo en grupo por ingeniería secuencial, en lugar de la aconsejada por ingeniería concurrente, dado que requiere menor interacción entre ellos, pero al final del ejercicio expusieron los problemas encontrados habiendo aprendido de los pros y contras de ambas. Los indicadores finales de la práctica muestran la mejora de la calidad docente con mayor participación del alumnado y con mejores resultados académicos. Sin embargo, se requiere del profesorado una dedicación y tiempo extra en la asignatura, así como mayores recursos, por lo que en el futuro se debería intentar la coordinación de la práctica con otras materias similares o con cursos de formación permanente.

Palabras clave: maqueta; proyectos; máquina; diseño; aprendizaje;

1. INTRODUCCIÓN

Una de las herramientas más clarificadoras para la asimilación de los conocimientos adquiridos por los alumnos de ingeniería, es la aplicación de ejercicios reales que les permitan afrontar las adversidades que se le plantean, generar hipótesis para su resolución y tomar decisiones. La metodología del “trabajo por proyectos” permite que el alumno se integre en una realidad más compleja y global, a la vez que logra adquirir conocimientos en el proceso de resolución del problema, abarcando gran parte del contenido de la asignatura (Jakubiak, 2016). En este proceso, además, se requiere poner en práctica otras habilidades adquiridas con otras asignaturas a lo largo de la titulación (García y Álvarez, 2015). Esta interdisciplinaridad posibilita planificar actividades con una perspectiva unificada para su aplicación práctica.

Los nuevos marcos educativos proponen compartir la responsabilidad del profesor, dando el control a los propios estudiantes ante escenarios que les obligan a una mayor implicación, convirtiéndolos en sujetos activos de construcción y gestión de su conocimiento (Lagoa-Varela, Alvarez García y Boedo Vilabella, 2016). Para ello, el estudiante aprenderá del profesor y de sus propios compañeros formando equipos activos y cooperacionales. Esta tendencia ayudará a aportar al alumnado las competencias exigidas en el marco laboral.

Otro aspecto relevante de la aplicación práctica de problemas de ingeniería es la necesidad de utilización de herramientas informáticas que faciliten su resolución de manera más eficiente, por lo que es esencial que el alumnado conozca y maneje software específico que le permitan adquirir ciertas habilidades para el posterior desempeño profesional.

Con estas premisas, en el presente proyecto se plantea al alumnado la resolución de un trabajo que aborda los contenidos curriculares de la asignatura “Diseño de maquinaria agraria. Automática agraria” (4º curso, Obligatoria, Itinerario de Ingeniería Rural, Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural). Hay un problema concreto para la enseñanza de estas materias como es la falta de créditos para desarrollarlas, ya que, nunca han sido propiamente vinculadas al sector agrario. Pero la evolución actual del sector y, sobre todo, de la maquinaria agrícola, cada vez dotada de más elementos oleohidráulicos, electrónicos y de control, ha determinado la necesidad de abordar estas temáticas y el mercado laboral exige técnicos con esta formación. Por tanto, dada la necesidad y la limitación temporal, la mejor forma de hacerlo es mediante la combinación teórico-práctica, pero no en el sentido tradicional de prácticas dirigidas, sino mediante el trabajo en base a Proyectos, que permitan la autonomía del alumno y su organización junto con otros compañeros.

Se utilizará un enfoque constructivista en el tratamiento interdisciplinar de las actividades planteadas, en el que los alumnos deberán pasar por las diferentes fases de diseño y desarrollo de productos (DDP), que acabará en la construcción de un prototipo de máquina agrícola (Ayağ, 2016). Para ello, se dotará al alumnado de material de apoyo, como herramientas metrológicas y de taller, y software específico de ingeniería.

2. OBJETIVOS

El objetivo general es conseguir que el alumnado aplique los conocimientos adquiridos en la asignatura “Diseño de maquinaria agraria. Automática agraria”, mediante la resolución de un problema práctico planteado como un Proyecto y en un proceso de colaboración con varios compañeros. Además, se pretende mejorar la calidad de la asignatura en su ámbito docente.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

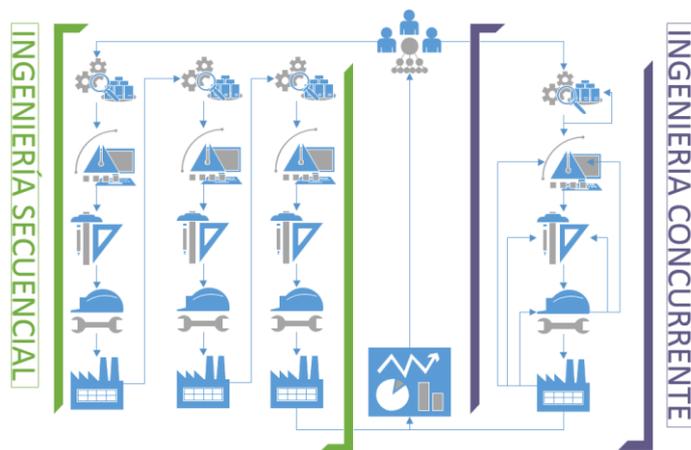
El proyecto consistirá en la planificación, diseño, fabricación y automatización de un prototipo (maqueta) que simule una máquina con funciones de manipulación (Figura 1) (cargador frontal, manipuladora telescópica, etc.) y que permita solucionar un problema planteado. Estas máquinas son muy empleadas en el sector agrícola, disponiendo de una conjunción de sistemas mecánicos, oleohidráulicos y eléctricos, lo que justifica su elección como ejemplo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta materia. El prototipo deberá trasladar un objeto de peso y dimensiones determinados (paquete de pañuelos) desde un punto inicial en el suelo hasta otro situado a 10 cm a su derecha y 10 cm de altura y no podrá superar las dimensiones de 40x40x40 cm ni el peso de 2 kg.



1. Máquina cargadora telescópica.

Para resolver la práctica propuesta los alumnos formarán un grupo, asemejando una empresa, y repartirán las tareas necesarias para la resolución del problema pudiendo elegir cualquiera de las metodologías de Diseño explicadas en clase: Ingeniería Secuencial o Ingeniería Concurrente (Figura 2). En cualquier caso, deberán de pasar por todas las fases que implica un DDP explicada en la asignatura: Estudio de la técnica, planificación del trabajo, diseño conceptual y de detalle, cálculo,

documentación de taller, taller, ensamblaje y puesta en marcha. A modo de ejemplo de la metodología de DDP, los alumnos realizarán una visita a empresas de fabricación de maquinaria agrícola para ver en primera persona los modos de trabajo.



2. Metodologías de diseño.

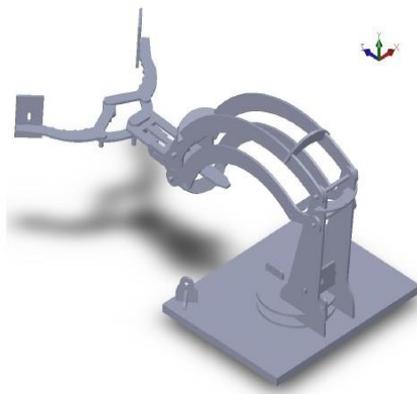
Al final de la práctica, los alumnos expusieron una presentación con los resultados obtenidos en las diferentes fases que fue evaluada por los profesores. Por otra parte, los alumnos realizaron una matriz DAFO para obtener las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que haya ofrecido esta práctica. Para evaluar la incidencia del proyecto en el programa docente y la asignatura, los 4 docentes que la imparten realizarán una evaluación de los principales indicadores sobre la mejora de la calidad en la docencia, indicando un valor numérico: mucho (4), bastante (3), poco (2) o nada (1).

4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Los alumnos eligieron trabajar según la metodología de ingeniería secuencial, esto es, se reparten las tareas entre ellos según las fases a entregar y realizan varias iteraciones pero sin interactuar entre ambos. La elección de este modelo, según su decisión, vino motivada por sus preferencias de trabajar de manera individual el lugar de crear sesiones de trabajo colaborativo.

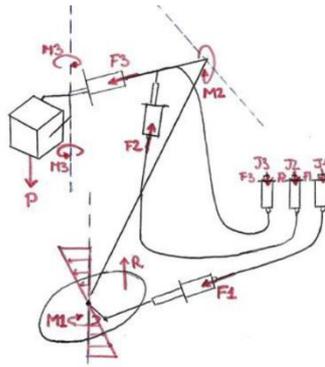
Los resultados que han extraído los alumnos de las diferentes fases se muestran a continuación:

- FASE 1. Se realizó una búsqueda de información de máquinas similares a las planteadas en el problema como investigación previa. A pesar, de todas las bases de datos disponibles en la universidad, la principal herramienta de búsqueda fue Google. En base a ello, se produjo una lluvia de ideas de los mecanismos, materiales y actuadores más convenientes para el problema. De las mismas se extrajo la posibilidad de realizar un mecanismo de pantógrafo para mantener la horizontalidad de una pinza de apertura en los movimientos de subida y bajada. En cuanto a los actuadores de los movimientos, se eligió la posibilidad de utilizar hidráulica en lugar de mecanismos eléctricos, por lo que se requería principalmente cilindros. Se encontraron maquetas similares en el que usaban jeringuillas para simular este sistema. Como material mas ligero y fácil de manejar en la fabricación, se eligió la madera.
- FASE 2. Con los resultados del equipo anterior, otro equipo realizó un presupuesto de los medios y materiales finales necesarios para su consecución. Finalmente, diseñaron un cronograma o diagrama Gant con el software Microft Project para planificar el trabajo con una estructura secuencial o de salto de vaya, esto es, cada equipo hacía una actividad y pasaba los resultados al siguiente equipo sin interactuar y consensuar decisiones.
- FASE 3. Con las premisas de los equipos anteriores, se crearon unos bocetos del mecanismo que pasaron a la siguiente fase. Una vez pasaron por la segunda iteración, se definió el diseño de detalle con un modelo CAD (Figura 3) de la solución, con todos las partes de la máquina mediante un software de modelado (SolidWork 2010).



3. Modelo CAD de la máquina diseñada.

• FASE 4. Con los bocetos del mecanismo implicado, se realizaron una serie de cálculos de los puntos conflictivos en el problema (tensiones, recorridos, diseño hidráulico, etc.). Con los resultados mínimos se dimensionaron algunos de los elementos para poder trasladarlos de nuevo a otra iteración.



4. Esquema hidráulico del mecanismo diseñado

• FASE 6. Una vez congelado el diseño, se generó la documentación de taller, es decir, unos planos técnicos de los componentes a montar, una de lista de materiales para su abastecimiento y una serie de órdenes de trabajo y planificación de procesos a realizar. Algunas de las piezas fueron obtenidas mediante una fresadora 2D donde el código CNC fue obtenido de los planos del modelo anterior mediante el software Vetric.

• FASE 7. En esta fase se debía haber realizado una automatización del ejercicio, con elementos de control. Sin embargo, sólo se realizó una propuesta práctica en la que los movimientos se realizarían con servomotores controlados por una placa de Arduino, donde se programarían los movimiento con el software propio.

• FASE 8. Finalmente, todos los componentes fueron ensamblados y puestos a punto, realizandose una demostración en clase del funcionamiento del prototipo.



5. Ensamblaje y puesta a punto del prototipo diseñado.

El resultado de la matriz DAFO de los alumnos se muestra en la tabla 1:

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - El acabado de los componentes no es óptimo. - El trabajo secuencial limita a las decisiones que se tomen en la fase anterior. - No se recuerdan bien algunos conceptos cursados en otras asignaturas (física, hidráulica, resistencia de materiales, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Subestimar el proyecto por tratarse de una maqueta. - Desconocer si los grupos de las fases posteriores mantendrán tu idea. - Tiempo limitado en la asignatura y necesidad de trabajo en casa. - Hay que aprender las diferentes herramientas de software implicadas en las fases.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de las fases por el temario. - El profesor aporta disponibilidad. - Máquinas, herramientas y software disponibles para el diseño y la fabricación. - Gran flexibilidad para la creatividad de la solución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender de manera práctica los mecanismos. - Poner en marcha un proyecto real. - Comprender de primera mano las posibilidades que hubiera supuesto el trabajo en ingeniería concurrente. - Utilizar y aprender software específico que no se cursa en ninguna materia de la carrera.

Los resultados de mejora en los indicadores de mejora docente, con la introducción de este proyecto, se muestran en la tabla 2, siendo 1, nada y 4, mucho.

¿Con la práctica planteada, ha mejorado	Puntuación media del profesorado
... el uso de las tutorías?	2
... asistencia a clase?	2
... el interés por el grado de comprensión de las explicaciones.?	2
... la comunicación alumno-profesor?	2
... el clima de trabajo y participación del alumnado?	3
... el grado de cumplimiento de los objetivos de la asignatura?	3
... la coordinación de las actividades entre profesorado?	3
... las notas finales con respecto a otros años?	2

En general, se percibe que ha mejorado levemente el interés del alumando, su participación y asistencia así como la interacción con el profesorado. Además, al obligarlos a hacer un trabajo grupal se ha mejorado la comunicación entre los alumnos, aunque finalmente eligieran el modo trabajo de menor cooperación. Todo ello, se ha plasmado en una mejora del rendimiento de los alumnos en sus notas finales. La necesidad de adaptar levemente la estructura de la asignatura y dotarla con un enfoque más práctico, ha derivado en una mayor coordinación en el profesorado, cubriendo todas las competencias que se solicitan en el plan de estudios:

- CB2 Capacidad de resolución de problemas con creatividad, iniciativa, metodología y razonamiento crítico.
- CB4 Capacidad para la búsqueda y utilización de la normativa y reglamentación relativa a su ámbito de actuación.
- CU2 Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TIC.
- CEC7 Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de ingeniería del medio rural: cálculo de estructuras, y construcción, hidráulica, motores y máquinas, electrotecnia, proyectos técnicos.
- CEC9 Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Toma de decisiones mediante el uso de los recursos disponibles para el trabajo en grupos multidisciplinares.
- CEMC4 Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Mecanización agraria. Motores y máquinas agrícolas. Características y diseño de maquinaria para instalaciones agrarias. Automática agraria.

5. CONCLUSIONES

La introducción del ejercicio ha resultado de gran utilidad para mejorar la participación e iteracción de los alumnos con el profesorado, así como la coordinación horizontal de la asignatura. El enfoque del problema como un proyecto global permite cubrir de manera práctica los contenidos de la asignatura, dinamizando su curso y haciendo más ameno el trabajo de los alumnos en casa.

Se observa, que ante la elección del modo de trabajo en equipo, los alumnos eligen el modo que exige menor cooperación, pero al final del trabajo, los alumnos reconocieron las limitaciones que ello ha supuesto frente a un modo de trabajo basado en ingeniería concurrente. Esto ha llevado, a que la resolución técnica de la práctica no haya sido excelente y a que algunas fases como la automatización, no se haya realizado por falta de coordinación

Las limitaciones de tiempo y recursos que requiere el problema pueden ser un handicap para llevar a cabo su resolución con un grado de éxito mayor, aunque los alumnos admiten que es una oportunidad para utilizar nuevos medios que no podrían aprender con la enseñanza tradicional. En este sentido, una potencial mejora podría pasar por integrar la práctica con asignaturas afines a la misma o complementar los contenidos y software de la práctica con cursos de formación permanente.

AGRADECIMIENTOS

Los profesores y autores del trabajo, agradecen a la Univerisad de Córdoba la financiación recibida en proyectos de innovación docente.

BIBLIOGRAFÍA

AYAĞ, Z. “An integrated approach to concept evaluation in a new product development”. *Journal of Intelligent Manufacturing* 2016, 27(5), p. 991-1005.

JAKUBIAK, O. “The pros and cons of Problem-Based Learning compared to the traditional foreign language teaching methods”. *Pedagogika* 2016, 25(1), p. 313-322

GARCÍA, A. T., & ÁLVAREZ, A. P.. “Cooperación científica en la integración de las TIC al proceso de formación de ingenieros y arquitecto”s. *Revista Referencia Pedagógica*, 2015, 3(1), p. 82

LAGOA-VARELA, M., ALVAREZ GARCÍA, B., & BOEDO VILABELLA, L. "The Bologna process: a study about teachers' perception of their new role and its consequences." In 2nd. International conference on higher education advances (HEAD'16) p. 486-494. Editorial Universitat Politècnica de Valencia, 2016.