

Nuevas metodologías de enseñanza- aprendizaje orientadas hacia la adquisición de competencias en el área de ingeniería mecánica, fabricación y organización industrial mediante el desarrollo de proyectos multidisciplinares

Juan J. Márquez, Jesus M. Perez, M: Luisa Martínez, Gregorio Romero

Universidad Politécnica de Madrid
ETSII-UPM. C. Jose Gutiérrez Abascal, 2
Madrid, 28006, Spain

RESUMEN

Esta comunicación describe la experiencia de colaboración realizada entre a signaturas de tres especialidades diferentes dentro de los estudios de ingeniería mecánica impartidos en la ETSI Industriales de Madrid de la Universidad Politécnica de Madrid. Este proyecto utiliza un entorno wiki, como base de la colaboración entre grupos como herramienta de aprendizaje activo, integrando los equipos multidisciplinares de los alumnos. Un servidor WEB se ha utilizado para crear una discusión más allá de las clases presenciales en el desarrollo de proyectos de células de fabricación automática electromecánicas.

Los estudiantes han participado con entusiasmos debido a la facilidad de la plataforma seleccionada donde solo es necesario una conexión a internet para desarrollar y discutir sobre los proyectos. Como resultado se ha obtenido un "portafolio" de esta área de fabricación que puede ser extendida a otras asignaturas de esta titulación.

Palabras clave: PBL. Aprendizaje basado en proyectos, Wiki, aprendizaje colaborativo, equipos multidisciplinares

1. INTRODUCCION

La utilización de e entornos WEB colaborativos es ya frecuente en la educación universitaria [1] [2]. Las nuevas plataformas tecnológicas como Blogs, Wikis o RSS se demuestran como unas herramientas educacionales inestimables que satisfacen las teorías constructivistas del aprendizaje activo [3]. Algunas experiencias están orientadas específicamente a la enseñanza en Ingeniería y muchas de ellas admiten desarrollos colaborativos [4][5].

Algunos autores destacan [6] la creación de portfolios de casos para estimular la comprensión eficiente de los conceptos por parte de los estudiantes. Estos casos provocan diferentes ideas que se ha comprobado como un mecanismo optimo para promover la conceptualización.

Las Wikis son una herramienta excelente como repositorio de conocimiento y muchas experiencias se han desarrollado en la enseñanza [7] [8] o en la industria [9].

El empleo de Wikis contribuye a mejorara las posibilidades de argumentación con los estudiantes, pudiendo realizarlo fuera del aula, como se ha demostrado en experiencias previas [10], donde un trabajo sobre un proyecto colaborativo se considera como una posibilidad para los estudiantes de aumentar el conocimiento obtenido en la clase teórica.

Los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la ETSII- UPM reciben un conocimiento profundo en diseño mecánico y en procesos de fabricación, pero la creciente importancia de la

electrónica en este campo, provoca la necesidad de integrar conceptos eléctricos y electrónicos, que les permitirá realizar un diseño conceptual integral de nuevos productos y de esta forma facilitar su posterior integración en un equipo de ingeniería multidisciplinar en la industria.

El objetivo principal de esta experiencia ha sido desarrollar un conjunto de proyectos para desarrollar por los estudiantes, principalmente en el área de fabricación automática, donde los estudiantes deben trabajar en grupos cooperativos de tres personas y deben integrar sus resultados con equipos de otras tres asignaturas diferentes. Han utilizado un servidor Wiki, para compartir y desarrollar los contenidos de sus trabajos. Este servidor integra la información disponible de todos los proyectos con las siguientes ventajas:

- 1) La facilidad de la discusión fuera del aula, con la consiguiente mejora de la conceptualización por parte de los estudiantes.
- 2) Una recopilación fácil y homogénea de los documentos proporcionados por los estudiantes.
- 3) La posibilidad de mejorar otras áreas de interés.

2. METODOLOGIA

Esta iniciativa educativa se ha desarrollado en dos fases:

- 1) Definición de los trabajos de los alumnos para cada grupo de estudiantes independientes.

Los enunciados de estos trabajos se enunciaron con sus particularidades para las cuatros asignaturas que participaron en la experiencia:

- TM: Tecnología Mecánica. 1463
- CAD: Diseño Asistido por Ordenador. 9004
- SIM: Simulación en Ingeniería Mecánica. 1461
- FAB: Fabricación. 1684

TM y SIM son asignaturas del currículo de Ingeniería Mecánica en la ETSII, mientras que la asignatura FAB forma parte del programa de Ingeniería de Organización, finalmente CAD es una asignatura de libre elección. Los estudiantes de estas asignaturas han realizado proyectos de aplicación durante años pero con esta nueva experiencia se orientan a la colaboración entre equipos disciplinarios en diferentes asignaturas. Este proyecto realizado por los estudiantes queda representado en la figura 1 desde cuatro puntos de vista y por lo tanto por cuatro enfoques distintos que deben resolverse.

Se seleccionaron grupos de tres estudiantes por proyecto y asignatura, excepto en CAD que fueron equipos de dos personas. Inicialmente el profesor y los estudiantes definen la extensión del proyecto para cada asignatura. La figura 2 muestra

un ejemplo sobre un problema de manipulación en una máquina de servicio automática. La dificultad de los proyectos propuestos es uniforme, pero la secuencia funcional y otras especificaciones deben ser definidas previamente en cada asignatura.

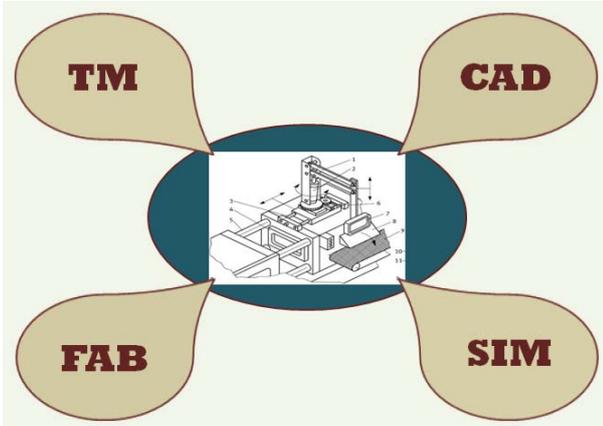


Figura 1. Cuatro diferentes equipos para cada proyecto

2) Publicación y desarrollo en la web colaborativa

Una vez que cada equipo tiene definida su área particular de contribución, la web colaborativa inicia su función, que básicamente consiste en integrar toda la información que procede de las diferentes contribuciones de los estudiantes y mostrarla a los otros equipos, con el fin de mejorar la calidad global de los resultados desarrollados.

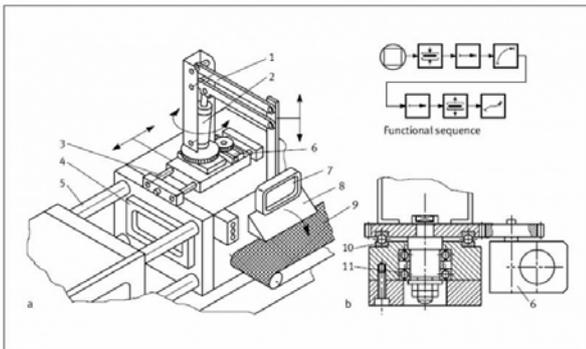


Figura 2. Tipo de proyecto propuesto

Un estudiante de TM por ejemplo, debe desarrollar una solución al proyecto limitado a aquellos resultados que son específicamente diferentes de un proyecto de diseño convencional, que son objetivos de otras asignaturas y los estudiantes centran su trabajo en modelizar el sistema electroneumático desde el punto de vista de un control automático del sistema. Este tipo de modelización, puede observarse en la figura 3. En esta etapa, herramientas de simulación como FluidSim® de FESTO o Automation Studio® se emplean normalmente para validar la solución propuesta.

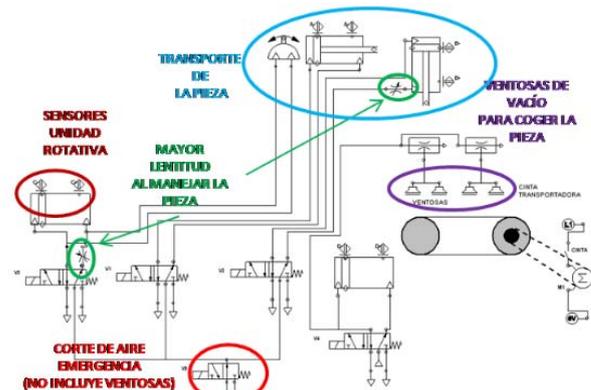


Figura 3. Solución del modelo del estudiante

3. WEB COLABORATIVA

La plataforma seleccionada como servidor Wiki ha sido:

1. OS Ubuntu 7.10 server Gutsy Gibbon
2. WEB server Apache/2.2.4
3. SMTP server Postfix
4. WIKI server
 - MediaWiki: 1.11.0
 - PHP: 5.2.3-1ubuntu6 (apache2handler)
 - MySQL: 5.0.45-Debian_1ubuntu3-log

La figura 4 muestra la máscara elegida para WikiFab (acrónimo de **Wiki Fabrication**). Se ha elegido MediaWiki 1.11 por su simplicidad de configuración, su popularidad (es la empleada en Wikipedia) y su potente funcionalidad Wiki. Un ejemplo en inglés del proyecto se describe en las siguientes imágenes.

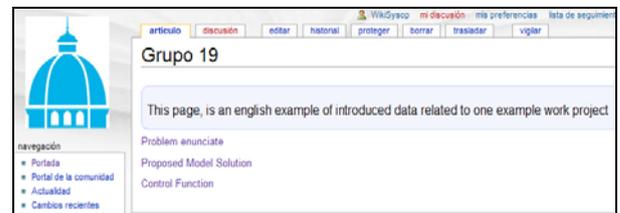


Figura 4. Espacio Wiki para un equipo de trabajo

Los estudiantes deben introducir el enunciado correcto (descriptivo). En la correspondiente página de discusión (figura 5). La página de discusión contiene todo aquello relacionado con la secuencia funcional y las condiciones iniciales como las referencias de los componentes que proporcionan los fabricantes. Toda esta información es comentada no solo por los propios integrantes del equipo sino que reciben comentarios de los miembros de otros equipos.

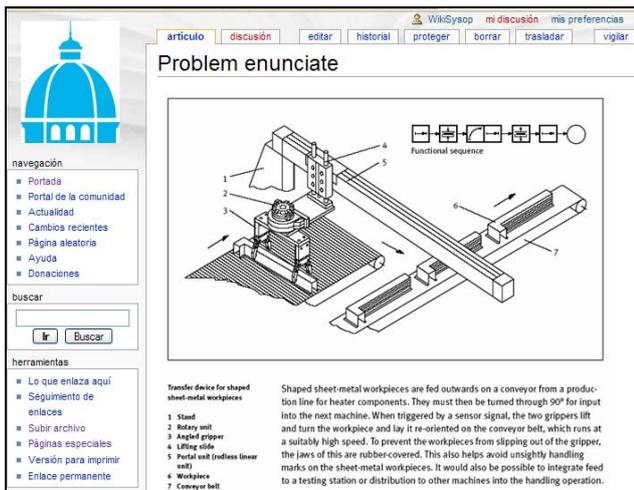


Figura 5. Plantilla del proyecto: enunciado del proyecto

La siguiente tarea a desarrollar es la solución al modelo propuesto. Los estudiantes proponen aquí sus modelos particulares. Es importante señalar que el formato recomendado para esta solución es gráfico, obligando así a los estudiantes a entrenar sus capacidades de síntesis para expresar en base a esquemas o diagramas los objetivos de sus modelos. La figura 6 muestra la página con el modelo propuesto en nuestro ejemplo. La página de discusión permite en este momento interactuar con el profesor y con otros integrantes de equipos para argumentar sobre las particularidades del modelo propuesto.

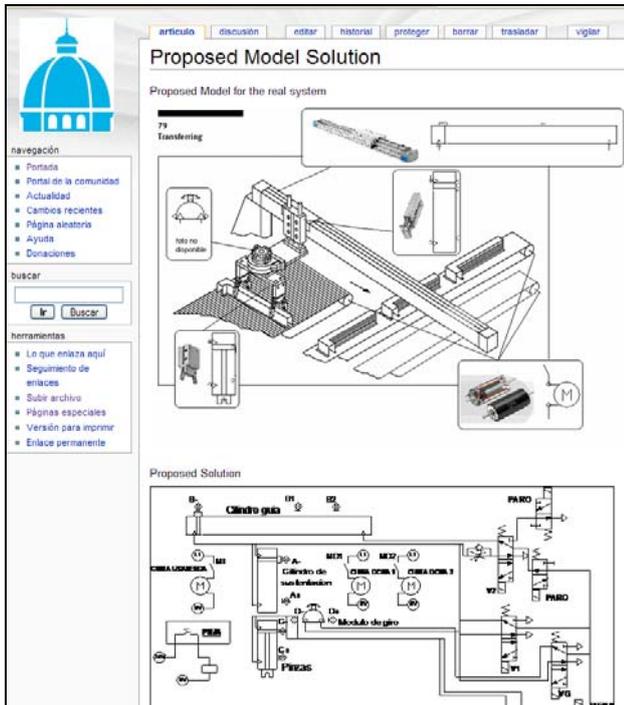


Figura 6. Plantilla de proyecto. Solución del modelo propuesto

Como se mencionó anteriormente, el estudiante debe validar con simulaciones una función de control para la correcta secuencia de funcionamiento.

La última plantilla del proyecto corresponde a la función de control, permitiendo la discusión de esta solución para ser

optimizada, minimizada o expresada en otros términos de las diferentes tecnologías empleadas (figura 7).

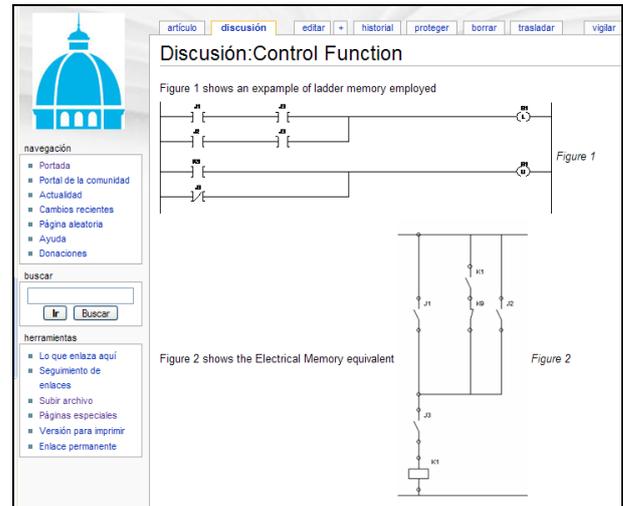


Figura 7. Plantilla de proyecto: página de discusión

4. RESULTADOS

Estadísticas de WikiFAB

En el último semestre había 5,286 páginas en la base de datos. Esto incluye las páginas de comunicación entre grupos, páginas acerca de WikiFAB, redirecciones y otras que no pueden ser calificadas como páginas de contenidos. Excluyendo aquellas, existen 1,009 páginas que son páginas de contenidos oficiales. 3,993 archivos se subieron a la plataforma.

Se han producido 252,980 visitas a las páginas, y 19,376 ediciones de página desde que WikiFab comenzó su funcionamiento en febrero de 2008. Esto lleva a que se han realizado 3,67 ediciones de media por páginas y 13,06 visitas por edición.

Estadísticas de usuario

Existen 252 usuarios registrados, de los cuales 5 tienen derechos de administración (Sysops rights).

Contribuciones de los estudiantes

La figura 8 muestra el número de ediciones realizadas por 87 estudiantes de TM durante el último semestre. El número de estudiantes que cursan TM: 87

- Por encima de las 200 ediciones: 9 (10%)
- Entre 50-200 ediciones: 52 (60%)
- Menos de 50 ediciones: 21
- No editaron nada: 5 estudiantes

El número de ediciones para crear una página de contenido con una calidad mínima es estimada en 50, por lo que se puede concluir que el 70% de los estudiantes han participado con extraordinario interés en esta nueva experiencia. Por otra parte el uso de WIKIFAB ha mejorado de manera significativa los resultados obtenidos por los estudiantes, obteniendo un incremento de calificación media del 18%. Es importante señalar que esta mejora está relacionada directamente con los estudiantes que han participado en WikiFab, aunque un pequeño incremento alrededor del 8% se ha observado en el resto de

estudiantes, tan solo por ser observadores de todo este proceso y por la mejora de comunicación durante el mismo.

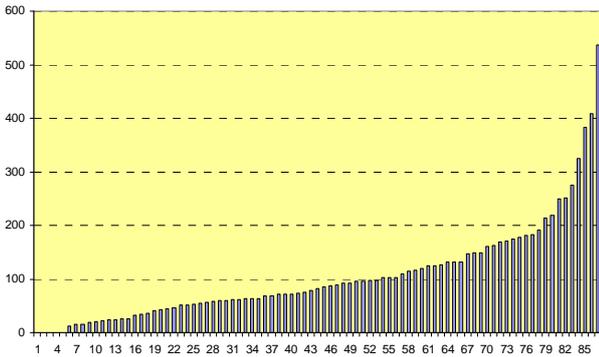


Figura 8. Ejemplo de ediciones en la asignatura TM

Encuesta de satisfacción del estudiante

De acuerdo a las diferentes encuestas de satisfacción realizadas a los alumnos sobre el proyecto interdisciplinar, se deducen las siguientes conclusiones:

A la pregunta si recomendarían la experiencia a un amigo (0-No, 1-Si) , los alumnos de la asignatura de Fabricacion opinaron con un 0,7 de media, los de CAD obtuvieron un 0,85, los de Simulación un 0,88 y los de Tecnología un 0,9. Nos permite deducir que consideran una experiencia positiva, lo suficiente mente buena para recomendarla (figura 9).

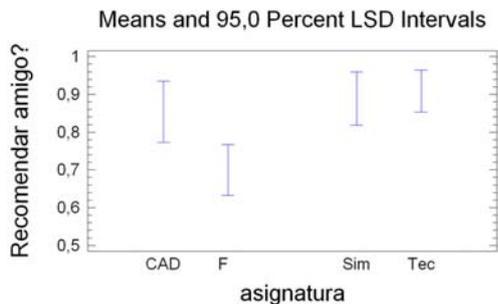


Figura 9. Resultados de la Pregunta ¿Recomendaría esta experiencia a un amigo?

Referente al conocimiento previo de entornos wiki: los estudiantes reconocen haber utilizados otras wikis pero no han sido editores: la mayoría reconoce que es la primera vez que trabajan en la edición de este tipo de web.

Referente a la pregunta ¿Empleas los canales de comunicación de WikiFab? Se obtuvo una puntuación media de 2,82 (1-5). Aunque la comunicación por medio de las páginas con otros estudiantes y profesores ha sido habitual durante todo el trabajo, los correos electrónicos siguen siendo el canal preferido de comunicación entre ellos. Más de 3800 emails se generaron durante la experiencia en el servidor SMTP.

La nota media obtenida sobre la aceptación de WikiFab fue de 3 (1-5) en preguntas como:

- Facilidad de uso.
- Facilita y promueve el trabajo colaborativo.
- Utilidad en comparación de otros entornos virtuales empleados.

- Preferencia respecto de otras formas de desarrollo de proyectos.

Extensión a otras asignaturas

La figura 10 muestra un diagrama que describe los contenidos de la fabricación automática en las diversas asignaturas del programa de Ingeniería Mecánica de la ETSII-UPM, iniciándose el sexto semestre hasta el noveno. La primera aplicación de WikiFAB se realice en el sexto semestre donde los contenidos son fundamentalmente neumática, hidráulica y programación de PLCs. El objetivo de esta iniciativa es extender este camino de desarrollar el trabajo de desarrollo del proyecto a otros cursos relacionados convirtiendo WikiFAB en un espacio virtual de referencia para la discusión de contenidos dentro del área de fabricación automática.

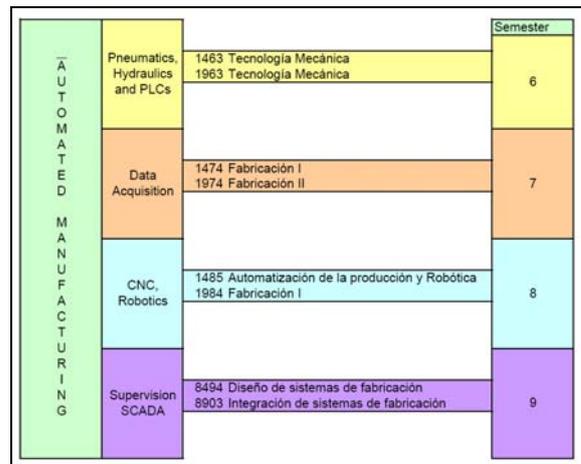


Figura 10. Diferentes asignaturas relacionadas en el área de fabricación automática

5. CONCLUSIONES

El empleo de un entorno WEB colaborativo que puede ser fácilmente configurado, permitiendo el trabajo de los alumnos en equipos multidisciplinares. Estos actualizan, discuten y argumentan sobre las soluciones que sus compañeros van exponiendo hasta la resolución final del proyecto.

Esta nueva forma de desarrollar la documentación de proyecto objeto del trabajo y su discusión posterior ha sido recibida con gran entusiasmo por parte del alumnado y por los profesores que lo consideran una alternativa sencilla de potenciar el trabajo colaborativo entre diferentes asignaturas.

La estructura de la Web permitirá la acumulación de un importante conjunto de casos resueltos de fabricación automática, en un formato homogéneo, llegando a poder ser un espacio virtual de referencia en esta área.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el *Vicerrectorado de Ordenación Académica y Planificación Estratégica* de la *Universidad Politécnica de Madrid* (UPM) dentro del Programa de Innovación Educativa 2007, con número IE07 0525-063.

7. REFERENCIAS

- [1] Realf, M., Ludovice, P., Guzdial, M., 2000, "Computer Supported Collaborative Learning for Curriculum Integration," *Computers & Chemical Engineering*, 24(2-7) pp. 1473-1479.
- [2] Hao-Chuan Wang, 2005, "An Empirical Exploration of using Wiki in an English as a Second Language Course," *Advanced Learning Technologies*, 2005. ICALT 2005. Fifth IEEE International Conference on, pp. 155-157.
- [3] Notari, M., 2006, "How to use a Wiki in education: 'Wiki based effective constructive learning,'" *Proceedings of the 2006 international symposium on Wikis*, ACM, pp. 131-132.
- [4] Chao, J., 2007, "Student Project Collaboration using Wikis," *20th Conference on Software Engineering Education & Training*, Proceedings, pp. 255-261.
- [5] Chun, A. H. W., 2004, "The Agile Teaching," *Advances in Web-Based Learning - Icwl 2004*, 3143pp. 11-18.
- [6] Eris, O., 2006, "Insisting on Truth at the Expense of Conceptualization: Can Engineering Portfolios Help?" *International Journal of Engineering Education*, 22(3) pp. 551-559.
- [7] John, M., and Melster, R., 2004, "Knowledge Networks - Managing Collaborative Knowledge Spaces," *Advances in Learning Software Organizations*, Proceedings, 3096pp. 165-171.
- [8] Hu, C. P., Zhao, Y., and Zhao, X. Q., 2007, "Wiki-Based Knowledge Sharing in a Knowledge-Intensive Organization," *Integration and Innovation Orient to E-Society*, Vol 2, 252pp. 18-25.
- [9] Chau, T., and Maurer, F., 2005, "A case study of wiki-based experience repository at a medium-sized software company," *Proceedings of the 3rd international conference on Knowledge capture*, ACM, pp. 185-186.
- [10] Wodehouse, A., Eris, O., Grierson, H., 2007, "Enhancing Design Learning using Groupware," *International Journal of Engineering Education*, 23(3) pp. 557-569.