

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/82186>

This paper must be cited as:

Blanc Clavero, S.; Yuste Pérez, P. (2014). La WIKI en el Aprendizaje de los Estudiantes Universitarios de Ingenierías. En Strategies for education in a new context: INNODOCT'13 : International Conference on Innovation, Documentation and Teaching Technologies, held on-line in Valencia, Spain, on 6-7 May, 2013. <https://riunet.upv.es/handle/10251/40350>. Editorial Universitat Politècnica de València. 791-802. <http://hdl.handle.net/10251/82186>.



The final publication is available at

Copyright Editorial Universitat Politècnica de València

Additional Information

La WIKI en el Aprendizaje de los Estudiantes Universitarios de Ingenierías

S. BLANC¹ and P. YUSTE

Abstract

This paper presents an innovation research on promoting self-learning and collaborative writing in engineering university courses. The work is focused on the development of a course Wiki as the leitmotiv of the students' activity. Students produce self-contained and reusable Wiki pages within the course framework attending to a suitable work planning. Additionally to help the student on the achievement of curricula, the Wiki is also available to the whole group in the form of self-study material adapted to the students group. Wikis provide teachers with potentially significant opportunities for creating socially engaged tasks that require active student participation and collaboration. Wikis allow students to carry out a collaborative writing stimulating reflection, knowledge sharing, and critical thinking. However, despite the potential capabilities of wikis, there is a need for a systematic process to the construction of this virtual writing space and the use of this tool for upper expectations in a deep real learning approach. The paper also reports on the evaluation of the approach by means of quantitative data collection.

Keywords: Active learning; Student-centered; Wiki; High Education Engineering courses

Introducción

Aunque se ha conseguido avanzar mucho en el enfoque de metodologías activas en pro de la participación del alumno en su propio aprendizaje, aún existen campos abiertos a la investigación educativa y la innovación como es el caso del trabajo no

¹ Universitat Politècnica de València, Spain

Sara Blanc Clavero* Corresponding author
Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA).
e-mail: sablacla@disca.upv.es
Pedro Yuste Pérez
Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA).
e-mail: pyuste@disca.upv.es

presencial, reconocido como necesario y evaluable en el actual sistema de créditos ECTS.

Existen técnicas que se han aplicado satisfactoriamente dentro del aula con el fin de motivar a los alumnos y trabajar en competencias propias del título y competencias transversales. Sin embargo, la práctica realizada fuera del aula no puede ser una mera extensión de la práctica dentro del aula o laboratorio puesto que fuera se pierde el componente motor de estas actividades que es el discurso docente y la guía oral obtenida en la presencialidad.

Por eso, es importante investigar en actividades fuera del aula, que conduzcan hacia un aprendizaje significativo, autónomo y centrado en diversidad de competencias. Un ejemplo es el aprendizaje por investigación, que se puede realizar de forma guiada y adaptada basándose en *systematic review*. Sin embargo, encontrar y reconocer fuentes de información válida y fiable no es suficiente si no se saben aplicar los conocimientos a la práctica de la ingeniería. En este sentido, el trabajo en equipo tutorizado es un componente práctico en la planificación curricular donde cada equipo trabaja un aspecto de la materia de forma teórico-práctica. Por una parte, las ventajas del trabajo en equipo han sido defendidas en numerosas ocasiones. El objetivo es que el trabajo de investigación y aplicación se realice como parte de las horas de dedicación semanal del alumno no presenciales. Por tanto, la tutorización de los equipos es un componente esencial en el aprendizaje del alumno y también reduce la carga docente si se compara con la tutorización individual.

Sin embargo, que cada equipo trabaje toda la materia de la asignatura con suficiente profundidad no es realista si tenemos en cuenta la duración cuatrimestral de los cursos. Por ese motivo, este trabajo incide en el aspecto colaborativo de la producción digital en abierto basada en la creación de Wikis, aprovechando el potencial de la plataforma de la Universitat Politècnica de València (PoliformaT).

El trabajo versa sobre experiencias aplicadas a cursos de ingeniería sobre materias relacionadas con tecnología. Este trabajo aporta un análisis sobre los resultados obtenidos durante un año de experiencia, así como una evaluación de la dinámica empleada.

El resto del artículo se organiza en la sección de contexto y metodología; se expondrán los resultados de la experiencia del curso 2013-2014 con datos cuantitativos y finalmente las conclusiones.

Contexto

En los actuales grados y masters de las universidades españolas, la mayoría de los cursos donde se trabajan competencias específicas de ingeniería tienen una componente conceptual y una aplicación práctica. Un ejemplo son las asignaturas relacionadas con el área de tecnología informática en cursos de ingeniería industrial, tele-

comunicaciones e informática. Estos cursos se contextualizan a lo largo de la formación del alumno tanto en cursos de iniciación como en cursos avanzados.

Un reto frecuente en el diseño curricular de cursos avanzados es su dependencia con cursos y materias previas, especialmente en la componente conceptual. Sin embargo, en una escala del 1 al 5, es frecuente que el nivel medio de los alumnos al iniciar el curso referente a las competencias específicas esperadas esté más cercano al 2-3 que al 5, lo que dificulta el avance al inicio del curso, sobre todo en lo referente a las actividades de laboratorio.

Durante el curso 2013-2014 se ha desarrollado una iniciativa para abordar este problemática en dos cursos de tecnología informática de la ETS de Ingeniería del Diseño e Ingeniería Industrial. Esta materia se imparte tanto en Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática como a alumnos de la titulación de Ingeniero Industrial en sistemas electrónicos y automáticos.

Estos cursos trabajan competencias específicas en materia de programación de micro-controladores y microprocesadores y en el diseño de sistemas embebidos, profundizando en materias previas donde el alumno ya ha tenido contacto con leguajes de programación para dispositivos programables. Sin embargo, la capacidad y nivel de destreza al inicio del curso no es homogénea.

Las actividades del laboratorio suelen proporcionar un entorno cómodo para el alumno, donde poder avanzar a su ritmo pero de forma guiada. Es, por tanto, un espacio para trabajar la falta de homogeneidad con la realimentación formativa individual necesaria.

A diferencia de la concepción de “actividad de laboratorio” previa a la adaptación a Bolonia, en el actual sistema ECTS [1] esta actividad abarca tanto la presencialidad como horas de trabajo individual fuera del aula. Es precisamente este aprendizaje individual no presencial el que puede evitar que el avance del curso al inicio del semestre sea lento para aquellos alumnos que no tienen el nivel de destreza esperado, y que a su vez, evite que el alumno aventajado se desmotive.

El uso de recursos y herramientas digitales, frecuentemente accesibles y disponibles en la elaboración de los cursos universitarios, permiten al docente crear entornos de aprendizaje donde el alumno se siente cómodo y seguro sobre su progreso.

Estos recursos digitales permiten la mejora del *readiness level* del alumno en competencias transversales relacionadas con la búsqueda, síntesis y comunicación de la información, mientras que las actividades de aprendizaje que utilizan estos recursos pueden profundizar en la verificación, aplicación y validación del aprendizaje.

Uno de los recursos más conocidos es la Wiki. Esta herramienta se encuentra disponible en espacios públicos, como Wikispaces, o privados, como es el caso de PoliformaT: una plataforma digital basada en el proyecto Sakai [2] que incluye

recursos como repositorios, contenidos, foros, herramientas de asistencia al aprendizaje, herramientas de evaluación, etc. (SAMigo [3]).

Crear una Wiki es una actividad colaborativa de actual expansión en el ámbito docente [4][5]. Además, el alumno muestra su trabajo pero también ve el trabajo de los demás mientras lo desarrolla, lo que desde la perspectiva del alumno le genera cierta seguridad [6]. La orientación que recibe el alumno también puede ser colaborativa, a través del foro, o individual, a través de canales privados. Pero a su vez, la vinculación de la Wiki a herramientas analíticas también permite al docente obtener datos sobre accesos, introducción de contenidos y modificaciones de páginas, para una posterior evaluación de la implicación y esfuerzo del alumno.

Sin embargo, el desarrollo de una Wiki es sólo una parte de las actividades de aprendizaje y como tal debe estar integrada en una planificación de trabajo. Ya otros autores así lo han experimentado, como [7].

Metodología

En la implantación de los nuevos planes de estudio en grados de ingeniería en el marco de Europa, se ha producido la introducción de un enfoque de formación basado en competencias que potencia el uso de metodologías activas que promueven la participación del alumno en su propio aprendizaje [8] mediante actividades contextualizadas en el currículum de la asignatura.

Sin embargo, para que la actividad del alumno sea realmente efectiva, deberá ir acompañada de un seguimiento docente que permita reconducir el aprendizaje. Es necesario, por tanto, diseñar mecanismos que garanticen una realimentación formativa efectiva.

Existe, entre los docentes una preocupación fundamentada sobre cómo abordar esta realimentación. Hasta ahora, la clave ha sido el uso intensivo de actividades participativas, con algunos ejemplos como [9][10][11][12][13].

Si tenemos en cuenta una ratio profesor-alumnos elevada, la posibilidad de atención al alumno dentro del aula a la hora de realizar estas actividades disminuye y cada actividad planificada supone una sobrecarga docente considerable [8]. Es necesario, por tanto, buscar soluciones alternativas manejables independientemente de la ratio.

Una posible solución es la planificación de actividades fuera del aula. Como ventaja, el alumno dispone de más tiempo para desarrollar la actividad, siempre que la planificación tenga en cuenta el resto de asignaturas cursadas. Además, el producto resultante de esta actividad suele ser escrito, lo que propicia la realimentación también por escrito, más eficaz que la oral puesto que el alumno puede volver sobre ella tantas veces como sea necesario [14][15].

Además, en la estructura de créditos ECTS [1], para cursos presenciales, el trabajo del alumno realizada fuera del aula tiene la misma relevancia que el realizado presencialmente y una asignación de horas/crédito que deben incluirse en la planificación del curso.

Sin embargo, ese trabajo debe estar orientado, o tutorizado, para que sea realmente efectivo. Pero tutorizar un grupo grande de alumnos debe realizarse mediante actividades formativas abordables, donde el esfuerzo del alumno y del profesor reviertan de forma inmediata en el beneficio del grupo. Es más, para dar una atención individual, el concepto de grupo grande no es necesariamente superior al tamaño medio de grupo considerado en muchas universidades. En realidad, un grupo de 10 personas puede ser considerado como grande en función de la atención que se espera volcar sobre esos alumnos.

Si buscamos que el esfuerzo tanto de alumnos como profesor revierta de forma inmediata en beneficio del grupo, casi con seguridad necesitaremos utilizar herramientas digitales. Existen muchas posibilidades, y entre ellas, podemos considerar el uso de una Wiki.

La Wiki es una herramienta suficientemente extendida y común como para asumir que el alumno puede trabajar con ella ya con cierto nivel de preparación desde el primer día del curso. Por tanto, el tiempo que se invierte en “aprender” a utilizar el recurso no es significativo. Además, la estructura de paginado de la Wiki ha de desarrollarla el propio docente, lo que permite una segmentación clara de la materia que se va a trabajar.

Lo que sí es significativo es el aprendizaje que se deriva de crear una Wiki. En la Fig. 1 vemos las etapas básicas que se trabajan durante la producción de una Wiki: búsqueda, síntesis y comunicación de la información. En un segundo nivel coexisten tres etapas más del aprendizaje profundo, que son: verificación, aplicación y validación del aprendizaje. Las tres etapas básicas son competencias transversales que se pueden trabajar con técnicas denominadas como “*systematic research*”. Sin embargo, para que esas etapas sustenten un aprendizaje real en el alumno, es necesario que el propio alumno adquiera la capacidad de verificar dicha información. Por ese motivo, la etapa de verificación está dentro de las actividades propuestas en la Tabla 1 antes incluso que la comunicación.

Realizar una Wiki entre varios alumnos es una técnica de escritura colaborativa. Algunos autores defienden que además de practicar la colaboración y la reflexión, la escritura colaborativa también fomenta el pensamiento crítico [16], fundamental en nuestros futuros ingenieros, siempre y cuando esta escritura sea estructurada y objetivada [17].

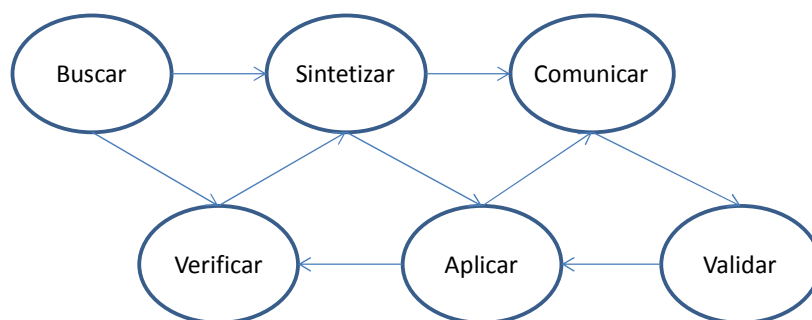


Fig. 1 Etapas del tratamiento de la información en las actividades del curso

Utilizando el texto de Said Hadjerrouit, los cuatro pasos se deben cumplir si queremos que se produzca un aprendizaje profundo en el alumno a través de actividades de escritura colaborativa son:

1. *“It begins with the review of the current state of research with the aim of understanding the problems associated with wiki-based collaborative writing.”*
2. *It continues with the design of a collaborative writing approach to wiki that will be used to foster collaboration, participation and group interaction. The approach supports the designers’ work, forming the foundation for implementation and evaluation.*
3. *The implementation step is concerned with the use of the approach in an educational set-ting using multiple methods for collecting empirical data.*
4. *The last step is concerned with the evaluation of the approach through the systematic analysis of the data collected by means of various methods. “*

Para trabajar en el cuarto paso es necesario un planteamiento general de actividades, donde desarrollar una Wiki sea el comienzo. El plan de actividades propuesto para el curso es el que se muestra en la Tabla 1. Cada actividad cruza con una de las etapas del tratamiento de la información de la Fig. 1.

La forma de trabajar la información es utilizándola para realizar un pequeño proyecto de prácticas. En el caso de las asignaturas de tecnología, relacionadas con la programación de micro-controladores, el proyecto consiste en desarrollar una aplicación donde se configuren varios periféricos necesarios en la implementación del código.

Por tanto, la información de la Wiki está estructurada en una página por periférico, con ejemplos sobre su configuración y uso en rutinas simples. Una vez concluidas

las páginas de la Wiki, cada grupo implementará una aplicación en la que se trabaje el periférico desarrollado en la Wiki más otros que no se hayan trabajado hasta el momento.

Uno de los resultados esperados con respecto a la Wiki durante la implementación de los trabajos es la mejora de la Wiki. Esta mejora también es colaborativa ya que puede ser por entradas producidas por los propios autores de la página o por otros alumnos que incluyan ese periférico en su aplicación.

Por ese motivo se propone también el uso de un foro donde compartir sugerencias o preguntas que contesten los propios alumnos aunque moderado por el profesor.

Finalmente, todo este trabajo está contemplado en la evaluación, tanto el desarrollo de la Wiki como las mejoras realizadas durante todo el curso y la participación en el foro, ya que es una evidencia de la implicación del alumno en el curso.

ACTIVIDAD	ETAPA
a) A cada grupo se le asigna una página de la Wiki a desarrollar	<i>Buscar</i>
b) El profesor orienta al grupo en los recursos bibliográficos	
c) El grupo confecciona los contenidos de la página	<i>Sintetizar</i>
d) El profesor revisa los contenidos de la página	
e) Cada página debe contener ejemplos genéricos de uso	<i>Verificar</i>
f) Los ejemplos deben de haber sido probados en el laboratorio	
g) El grupo diseña la página de la Wiki con contenidos, enlaces externos e incorporando los ejemplos de uso	<i>Comunicar</i>
h) A cada grupo se le asigna un trabajo de laboratorio donde se apliquen los contenidos de al menos dos páginas de la Wiki	<i>Aplicar</i>

elaborada	
i) El profesor sigue y tutoriza el trabajo del grupo	
j) El desarrollo del trabajo produce una realimentación de las páginas de la Wiki	<i>Validar</i>
k) A través del foro se intercambian comentarios sobre los ejemplos de la Wiki	
l) El profesor evalúa los trabajos	
m) Termina el proceso de creación de la Wiki	

Tabla. 1 Etapas del tratamiento de la información en las actividades del curso

Resultados preliminares

El plan de actividades se enmarca en la dedicación a prácticas de laboratorio. Con 1.5 créditos ECTS, la dedicación estimada del alumno debería de ser de 37 horas y media (1.5 x 25), de las cuales, hasta 15 pueden ser presenciales en el laboratorio.

En la experiencia del primer cuatrimestre de 2013-2014 se completaron las actividades de la a) a la m). Las acciones sobre las que se han reportado resultados son: leer páginas Wiki y revisar páginas Wiki.

La revisión de las páginas es lo que determina el desarrollo de sus contenidos por parte del alumno. El registro de accesos está limitado al tiempo consumido por el alumno en la actividad g) de la Tabla 1. En media, los alumnos han invertido en el desarrollo de las páginas una media de 4.3 horas por página. En este caso además, cada grupo de dos alumnos desarrollaba una sola página, lo que supone menos de un 11% del tiempo no presencial de dedicación esperada por alumno.

Otro dato relevante es la utilización de la Wiki por todo el alumnado. Una vez concluida la actividad g) de la Tabla 1, una analítica que nos permite conocer la utilidad de estas páginas producidas es el número de accesos de lectura por alumno. Así obtenemos que durante la fase de desarrollo (previa a la finalización de la tarea g), el número medio de accesos de lectura por alumno fue de 29 accesos, mientras que el número de accesos medio durante las actividades h) a m) fue de 48 accesos por alumno entre las 8 páginas desarrolladas.

Además, se registraron 91 accesos de 6 alumnos (de un grupo de 25) para revisión de las páginas durante las actividades h) a m). Este dato es importante, aunque revela una actividad más baja de la esperada. El motivo puede estar en la evaluación. Si el alumno entiende la actividad h) como una entrega, es difícil que invierta tiempo después en mejorarla. Por ese motivo, en el segundo semestre se incluye dentro de la rúbrica de la evaluación la mejora de la Wiki durante la realización de la aplicación.

En la experiencia del segundo cuatrimestre del 2013-2014 (sin concluir), se han completado las actividades de la a) a la g). Las acciones sobre las que se han reportado resultados es la de revisar página de la Wiki, con una media de 42 accesos por grupo para revisar su propia página. El número de días máximo que un grupo ha accedido a su página ha sido de 9, mientras que la media es de 5 días por página (o grupo). Por cada uno de esos días accedidos, la media de tiempo dedicado es de una hora, mientras que el máximo observado es de dos horas y media. Similar a la experiencia del primer cuatrimestre.

Sin embargo, estos resultados aún son pocos con respecto al potencial de la experiencia. Datos como la participación en los foros sólo lo obtendremos si enfocamos esta actividad como evaluable, ya que si no, la autonomía que tienen los alumnos de tercero y cuarto de grado no siempre la enfocan a mejorar el material común, sino el personal de cada alumno.

La Fig. 2 y Fig. 3 muestran dos ejemplos de páginas desarrolladas por los alumnos. Estas páginas incorporan texto, imágenes pero también enlaces recomendados. Una de las dificultades a la hora de orientar a los alumnos que han realizado estas páginas es en evitar el cortar y pegar de fuentes fiables como son los manuales del fabricante. Por eso, la actividad d) tiene gran peso no sólo en la realimentación que el profesor da al alumno, sino en conseguir una estructuración en las páginas homogénea que se proporcione la información necesaria para su uso durante la implementación posterior de la aplicación (actividad j).

Conclusiones

En este artículo se presenta un trabajo de innovación docente cuyo objetivo es la mejora del trabajo autónomo del alumno en asignaturas impartidas en el ámbito universitario.

El trabajo versa sobre la producción de Wikis que realizan los propios alumnos asistentes a los cursos de ingeniería como parte de su trabajo y aprendizaje de las competencias curriculares. Estas Wikis son desarrollos auto-contenidos y reutilizables por otros alumnos gracias a su formato digital. La actividad de producción tiene un enfoque de aprendizaje centrado en el alumno donde el profesor guía en la distribución del esfuerzo y consecución de metas.

Sobre el perfil de los alumnos, la experiencia se ha desarrollado en cursos de cuarto de grado y quinto de la titulación de ingeniero industrial. Son alumnos que cierta autonomía y que sin embargo, no presentan el mismo nivel de conocimientos previos al inicio del cuatrimestre. Conocimientos que, por otra parte, se espera que tengan y que son esenciales para que la marcha del curso tenga el ritmo esperado.

En este trabajo se analiza la incipiente puesta en práctica del proyecto. Una de las observaciones más destacadas es la sociabilidad de esta metodología. Los alumnos se sienten más seguros en su progreso si pueden establecer una conexión entre su aprendizaje y el del grupo mientras se abordan competencias transversales relacionadas tanto con el trabajo colaborativo como con el tratamiento de la información.

La herramienta utilizada para esta experiencia ha sido la Wiki de la plataforma PoliformaT, desarrollada bajo el proyecto Sakai. Es una herramienta sencilla que no obliga al alumno a realizar ningún aprendizaje previo. Sin embargo, actualmente la Wiki no se puede conservar para varias ediciones del curso y tampoco existe una forma automática de exportación a espacios públicos como Wikispaces [18], lo que se puede considerar como una limitación importante que tal vez se pueda resolver en futuras versiones.

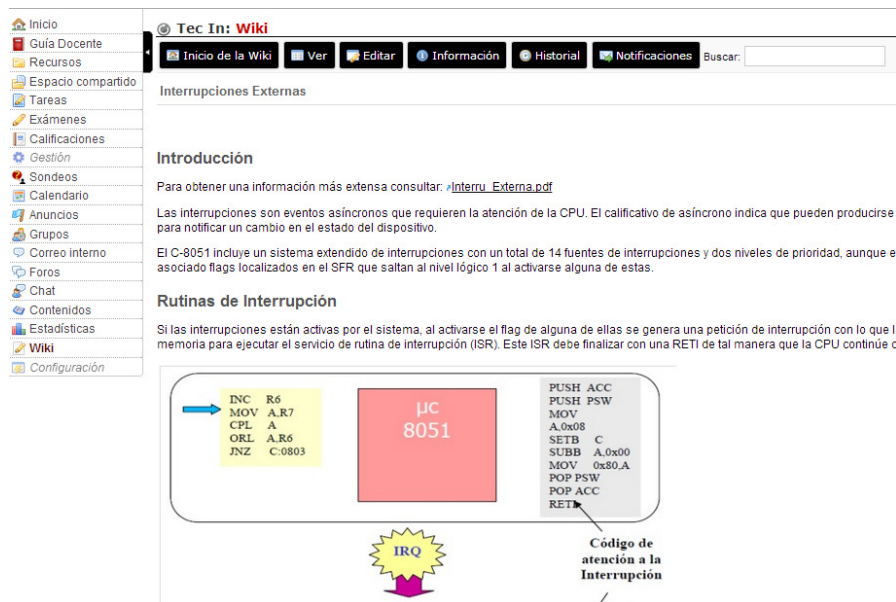


Fig. 2 Ejemplo de página de la Wiki desarrollada por dos alumnos

Codigos de ejemplo

Código ejemplo de inicialización:

```
void SMBus_init (void)
{
    SMB0CF = 0x5D; // Use Timer1 overflows as SMBus clock
    // source;
    // Disable slave mode;
    // Enable setup & hold time
    // extensions;
    // Enable SMBus Free timeout detect;
    // Enable SCL low timeout detect;
    SMB0CF |= 0x80; // Enable SMBus;
}
```

[Código de ejemplo completo (C8051F350)]><http://community.silabs.com/mqrfq63796/attachments/mqrfq63796/1/39562/1/CODE.txt>

[códigos ejemplo para C8051F00x and C8051F01x]><https://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/an113.pdf> (página 14 en adelante)

Fig. 3 Otro segmento de página de la Wiki desarrollada por dos alumnos

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la E.T.S del Diseño de la Universitat Politècnica de València y por la AVAP (Agència Valenciana de d'Avaluació i Prospectiva)

Referencias

- [1] ECTS system. ECTS: European Credit Transfer and Accumulation System, en web
http://www.eua.be/eua/jsp/en/upload/OFFDOC_BP_bologna_declaration.1068714825768.pdf
- [2] R. Mengod, "Poliformat, the Sakai-based On-Line Campus for UPV - History of a Success", in Proc. 5th Sakai Conf., Vancouver, BC, Canada. 2006.
- [3] SAMigo, Sakai. [Online]. Available:
<https://confluence.sakaiproject.org/display/SAM/Home>.
- [4] C. J. Clark, E. B. Mason. Wiki way of working, Internet Reference Services Quarterly, 13(1), 113- 132, 2008.
- [5] D. Fitch. Wherefore wikis? Journal of Technology in Human Services, 25(4), 79-85, 2007.
- [6] S. Blanc, J-V. Benlloch-Dualde. Producción de Objetos de Aprendizaje en Cursos de Ingeniería.VAEP-RITA 2013, vol 1, n 2.

- [7] S. Hadjerrouit. A Collaborative Writing Approach to Wikis: Design, Implementation, and Evaluation. *Issues in Informing Science and Information Technology*, vol. 8, 2011.
- [8] A. Fernández-Marc. Metodologías Activas para la Formación en Competencias, Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Politécnica de Valencia, *Educatio siglo XXI* 24, pp. 35 – 56, 2006.
- [9] X. C. Pardo, M. J. Martín, J. Sanjurjo, C. V. Regueiro. Teaching Digital Systems in the Context of the New European Higher Education Area: A Practical Experience. *IEEE T. on Education* 52(4), pp. 513–523, 2009.
- [10] J. García, A. Hernández. Active Methodologies in a Queueing System Course for Telecommunication Engineering Studies. *IEEE T. on Education* 53(3), pp. 405–412, 2010.
- [11] J.V. Benlloch-Dualde, F. Buendía, J.C. Cano. On the Design of Interactive Classroom Environments based on the Tablet PC Technology. 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference-Celebrating 40 Years of Innovation, 2010.
- [12] L.de la Fuente-Valentín, A. Pardo, C.Delgado Kloos. Addressing drop-out and sustained effort issues with large practical groups using an automated delivery and assessment system. *Computers & Education* 61, pp. 33–42, 2013.
- [13] F. J. García, M. N. Moreno. Software Modeling Teaching in a First Software Engineering Course. A Workshop-Based Approach. *IEEE Transactions on Education*, 47(2), 180-187, 2004
- [14] D.J. Nicol, D. Macfarlane-Dick. Formative Assessment and Self-Regulated Learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education* 31(2), pp 199-218, 2006.
- [15] V.J. Shute. Focus on Formative Feedback, Educational Testing Service. March 2007. ETS Research Report, RR-07-11, pp. 1-47, Princeton, NJ.
- [16] P. Kim, J-S. Hong, C. Bonk, G. Lim. Effects of group reflection variations in project-based learning integrated in a web 2.0 learning space. *Interactive Learning Environments*, 1-17, 2009.
- [17] S. Barab, K. Squire. Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of Learning Sciences*, 13(1), 1-14, 2004.
- [18] <https://www.wikispaces.com>