

# Sistema de gestión del conocimiento para la definición de entornos de aprendizaje adaptativos

Ángel Fidalgo Blanco<sup>1</sup>; María Luisa Sein-Echaluce Laqueta<sup>2</sup>; Francisco José García-Peñalvo<sup>3</sup>; Miguel Ángel Conde<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Madrid  
Dept. Matemática Aplicada y Métodos informáticos  
Madrid, España  
angel.fidalgo@upm.es

<sup>2</sup>Universidad de Zaragoza  
Departamento de Matemática Aplicada  
Zaragoza, España  
mlsein@unizar.es

<sup>3</sup>Universidad de Salamanca  
Dept. Informática y Automática  
Salamanca, España  
fgarcia@usal.es

<sup>4</sup>Universidad de León  
Dept. Ingenierías Mecánica, Informática y Aeroespacial  
León, España  
miguel.conde@unileon.es

## I. INTRODUCCIÓN

**Resumen-** Los sistemas más utilizados en e-learning (tanto en formación a distancia como en el apoyo a la formación presencial) son los Learning Content Management Systems (LCMS). La característica común a todos ellos es que tanto profesorado como alumnado deben adaptarse a la estructura organizativa del LCMS. El alumnado está supeditado a la organización de recursos y actividades definidas por el profesorado y este debe adaptarse a la forma de almacenar los recursos del LCMS y al tipo de actividades permitidas bajo una secuencia predefinida. La ingeniería del software puede romper este esquema, permitiendo gestionar el aprendizaje de forma individual y adaptando, tanto los recursos como su organización, al perfil y necesidades de cada alumno. Este trabajo se basa en la integración de recursos, generados por el profesorado, el alumnado y el sector, en asignaturas de diversos grados de Ingeniería. Sobre esos recursos se ha diseñado un sistema de gestión de conocimiento para que el alumno especifique sus requerimientos circunstanciales (hacer un trabajo, preparar un examen concreto, etc.) El sistema adaptativo le presenta los recursos disponibles más adecuados. Dicha ventana actualiza los contenidos de forma continua. El resultado de la cooperación, entre el alumnado participante en la experiencia, ha generado más de 500 recursos de aprendizaje.

**Palabras clave—** *aprendizaje adaptativo; aprendizaje cooperativo; multifuncionalidad; sistema de gestión de contenidos de aprendizaje.*

Los sistemas más populares en e-learning son los LCMS (Learning Content Management Systems), que incorporan la gestión de contenidos a los sistemas de gestión académica de alumnos (matriculación, comunicación, notas, tutorías).

La gestión de contenidos sigue estructuras organizativas predefinidas como blogs, wikis y carpetas. En estas estructuras se pueden organizar los contenidos como una “pila de platos” (blog), como una red de páginas web (wikis) y en conjuntos de directorios (carpetas). Los usuarios pueden, de forma cooperativa o individual, organizar sus contenidos en base a la estructura elegida.

Así mismo, los sistemas LCMS permiten organizar los contenidos en base a temarios. La estructura de estos temarios pueden tener la forma de listas (como en Moodle [1]) o de índices. Habitualmente los contenidos de los temarios están compuestos por recursos de aprendizaje y actividades que son elegidos y secuenciados por el profesorado, acordes con su diseño de la asignatura, y al que todo el alumnado debe adaptarse.

Por tanto, actualmente los sistemas e-learning continúan siendo utilizados bajo el paradigma centrado en el profesor, que marca el planteamiento, el ritmo y las actividades a realizar. Por otra parte, el profesorado se adapta a las opciones que ofrece el sistema e-learning para realizar su diseño. De modo que, con

todo esto, es el LCMS el que condiciona el método formativo que debe seguir el alumnado.

Por el contrario, cada vez es más habitual que el alumnado utilice herramientas web 2.0 en “la nube” (cloud computing) para compartir recursos de aprendizaje. Estos recursos pueden ser apuntes de clase, soluciones a ejercicios, dudas y, en general, cualquier recurso que les sea útil para la realización de sus actividades (estudiar, realizar prácticas y trabajos, etc.)

Pero el alumnado realiza habitualmente estas actividades de manera informal, en círculos de confianza (amigos) y de forma puntual (habitualmente en fechas cercanas a plazos de entrega o exámenes). Aunque existen iniciativas más organizadas, unas de tipo informal dirigidas por el propio alumnado [2], y otras de tipo formal y enmarcada, habitualmente, en proyectos de mentoría organizados por las instituciones el profesorado o la institución académica [3].

En definitiva, los sistemas e-learning, que continúan marcando la forma de aprender, no están dando servicio a la necesidad, cada vez más creciente, de aprendizaje informal. Aprendizaje que se produce en paralelo a cualquier asignatura y que utiliza recursos elaborados por el profesorado, recursos elaborados por el alumnado y recursos externos (web social).

El objetivo de este trabajo es aportar metodología y técnicas que permitan integrar recursos generados por el profesorado, el alumnado y agentes externos del propio sector ingenieril, así como gestionarlos para adaptarlos a los distintos requerimientos y necesidades de aprendizaje (del profesorado y del alumnado), todo ello a través de funcionalidades basadas en la gestión del conocimiento.

Para conseguir el objetivo, se utiliza un sistema de gestión de conocimiento, de desarrollo propio, que actualmente se está utilizando en entornos estratégicos de Ingeniería, tanto por el Ministerio de Economía y Competitividad [4] como por el Ministerio de Educación Cultura y Deporte [5].

En el siguiente apartado se describirá el contexto, compuesto por la arquitectura del sistema, el entorno de desarrollo de la experiencia y los objetivos del trabajo. Seguidamente se describe la funcionalidad de la herramienta en base a los requisitos de los usuarios. En el apartado siguiente se describe la metodología del estudio realizado. A continuación se presentan los resultados del estudio dando paso a la discusión y conclusiones.

## II. CONTEXTO

La misión de este apartado es ofrecer una visión global del trabajo realizado: la herramienta utilizada, el entorno de aplicación el estudio y los objetivos a alcanzar.

### A. Estructura de la herramienta de gestión de conocimiento

Uno de los requisitos principales para poder gestionar el aprendizaje de forma individual es que cada alumno tenga una organización propia de los recursos. Por tanto, deben coexistir “n” organizaciones individuales de recursos. Para conseguirlo,

es necesaria una *estructura multicapa* que permita disponer de una *capa conceptual*, donde se identifiquen y organicen los recursos para cada requerimiento, y una *capa física* que gestione de forma eficaz los recursos. Es decir, la estructura debe ser capaz de gestionar los recursos del sistema, pero también debe ser capaz de organizarlos en función de las necesidades individuales. La estructura multicapa se basa en lo que Nonaka denominó *organización hipertexto* [6], que permite organizar los recursos de una organización en función de los grupos y sus necesidades concretas.

El sistema multicapa permite realizar la gestión de los recursos de forma independiente a los requerimientos funcionales [7]. Es decir, se pueden modificar e introducir nuevas funcionalidades sin necesidad de cambiar las estructuras. En la figura 1 se muestran las capas que se describen a continuación.

La *capa física* está orientada a los recursos. La información base está compuesta por archivos, imágenes, enlaces, videos y cualquier elemento habitual con el que trabajan tanto el profesorado como el alumnado. Los recursos no se gestionan en sí mismos, sino que forman parte de una estructura más compleja “el objeto”. Cada objeto tiene asociado un formulario y uno o varios tipos de recursos. De esta forma se puede construir cualquier estructura de datos; por ejemplo, un objeto puede ser un historial médico de un paciente, un recurso de aprendizaje, una solicitud de ayuda, o cualquier otra estructura a gestionar. Este método permite cambiar la estructura de los objetos incluso cuando el sistema de gestión de conocimiento está operativo.

Dentro de la capa conceptual se encuentra la *capa semántica* que está compuesta por ontologías. Es la forma más eficaz de organizar el conocimiento en base al intercambio del mismo [8]. Esta capa tiene una gestión propia, pudiendo agrupar las ontologías de forma jerárquica y en multinivel. Por ejemplo, un índice de ontologías (conjunto ordenado de forma jerárquica) puede ser una categoría (nivel 1) y un conjunto de categorías puede ser un contexto (nivel 2). Evidentemente una misma ontología puede pertenecer a “e” estructuras jerárquicas y a “n” niveles.

La *capa conceptual* está orientada al usuario, profesorado y alumnado. Por un lado, está compuesta por un conjunto de funcionalidades orientadas a la gestión del conocimiento. Las funciones son del tipo: buscar recursos, relacionar recursos, clasificar recursos, organizar recursos, marcar recursos etc., y son funciones básicas de la gestión de conocimiento [9]. Todas las funciones pueden trabajar tanto con ontologías como con objetos y además se comunican entre si. Por ejemplo, la función “buscar” puede entregar un conjunto de ocurrencias de objetos a la función clasificar y ésta a su vez a la función organizar.

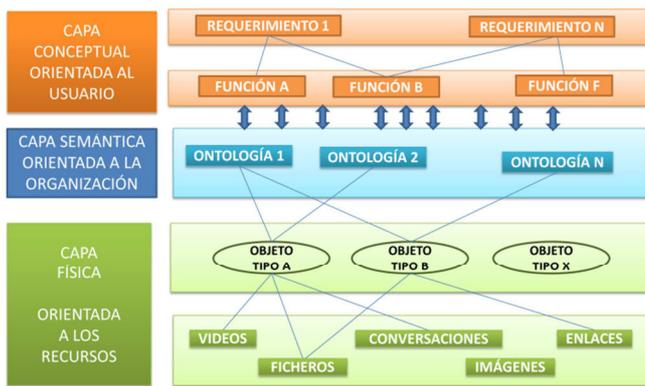


Fig 1. Estructura multicapa

Los requerimientos están identificados por la terna: *contexto, usuario, actividad*. Por ejemplo, un contexto puede ser “examen próximo”, una actividad “preparar el examen Ex1” y un usuario “estudiante desesperado”. En este caso el sistema activaría un conjunto de funciones para buscar, por ejemplo, exámenes resueltos del tema al que se vaya a presentar el estudiante

Como ya se ha dicho, las capas conceptual y física tienen procesos de gestión independientes pero están relacionadas. Por ejemplo, el rol de administrador es el único que puede establecer las relaciones en la capa física. El administrador define los requerimientos estructurales que soportan los elementos del sistema de gestión de conocimiento. El rol de profesor es el que suele organizar y establecer niveles entre las ontologías. Es decir, establece los requerimientos de clasificación y organización del espacio físico. Actualmente se está desarrollando la funcionalidad para que también pueda realizarlo el rol de estudiante. Cualquier usuario autorizado (alumno y profesor) puede establecer sus propios requerimientos combinando contexto, actividad y usuario. Ver Fig. 2.

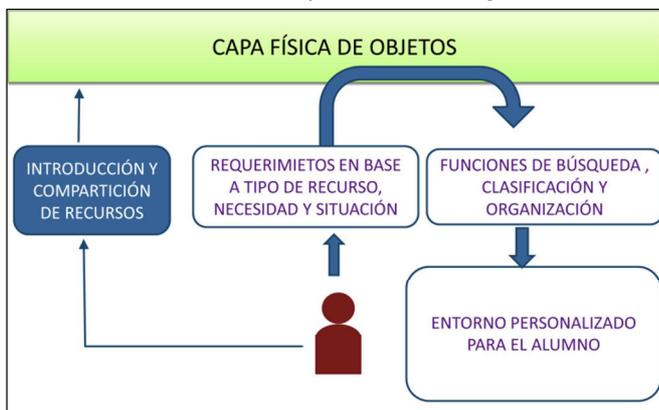


Fig 2. Personalización a través de requerimientos

El resultado del sistema es que cada usuario puede tener una organización y selección propia de recursos de aprendizaje, en función de los requerimientos que especifique cada usuario (o el

profesorado) y en base a una necesidad de aprendizaje concreta (p.e. preparar un examen).

### B. Descripción del escenario de trabajo

El estudio de caso se realiza en dos asignaturas “Informática y Programación” de los grados de Ingeniero de Energía e Ingeniero de Minas y “Fundamentos de la Programación” en el grado de Biotecnología.

En cada asignatura, independientemente del programa, se ha tratado de potenciar competencias cooperativas. Para ello, se han utilizado los planteamientos de gestión de conocimiento en las organizaciones (muy utilizados en el sector de la ingeniería) [10]. La idea es tratar la asignatura como si fuese una organización. Es decir, identificar conocimiento (recursos útiles) que puedan mejorar los procesos (actividades de aprendizaje) de los individuos de la propia organización (profesorado y alumnado).

En la experiencia realizada el alumnado está dividido en 8 grupos (2 para Energía, 4 para Minería y 2 para Biotecnología) con un total de 6 profesores. El profesorado sigue planificaciones comunes pero suele tener sus propios recursos de aprendizaje que no suele compartir con el resto. Así cada grupo tiene un espacio e-learning y el alumnado solo accede a los recursos y actividades de su propio profesorado.

El alumnado, sin embargo, comparte los recursos de los profesores (apuntes, exámenes resueltos, ejercicios propuestos, etc). Los descargan del espacio de e-learning, los valoran (por ejemplo, dicen qué recurso se entiende mejor o aporta más conocimiento) y los comparten en pequeños grupos.

Los estudios relacionan la cultura cooperativa de la organización con la producción de recursos por el individuo [6]. Este aspecto se promueve actualmente en la asignatura. De ese modo, los alumnos comparten recursos que ellos mismos elaboran (como trabajos, resolución de ejercicios, dudas, etc.), recursos basados en la experiencia (recomendaciones de alumnos anteriores que ya han cursado la asignatura, etc.) y cuestionarios de autoevaluación sobre los conocimientos requeridos por el profesorado en un tema. También comparten información social, como asociaciones (teatro, cine, revista, etc.) y grupos (geología, mineralogía, deportes, etc.), e información sobre especialidades (itinerarios formativos) y del sector (tipos de trabajo, entrevistas a profesionales, a ingenieros recién titulados, etc.)

Evidentemente todo ese conjunto de información es muy útil para el aprendizaje y cada uno de ellos es adecuado para situaciones distintas. Por ejemplo, los cuestionarios sobre conocimientos previos son útiles antes de comenzar a estudiar un determinado tema. Sin embargo, trabajos similares o recomendaciones del alumnado son recursos que ayudan a realizar una actividad.

### C. Descripción de los objetivos del estudio

El estudio pretende validar un diseño basado en la gestión de conocimiento que permita gestionar el aprendizaje a través de distintas funcionalidades (en base a requerimientos circunstanciales), la utilidad de los recursos y la actividad a realizar por los usuarios del sistema (profesorado y alumnado).

El sistema ha de ser *dinámico* y *evolutivo*. Dinámico ya que de forma continua se pueden incorporar nuevos recursos, incluso alguno no previsto. Cuanta más variedad y cantidad de recursos se aporten, más eficaz será el sistema. También evolutivo, ya que a través de las capas física, semántica y conceptual se pueden generar nuevos objetos, organizaciones, funciones y requerimientos.

En base a estos requerimientos se establecen los siguientes objetivos:

- **Ingeniería del software.** Definir un modelo basado en ingeniería del software donde el sistema de gestión de conocimiento puede soportar las distintas fases (especificaciones, diseño de datos, diseño funcional y validación) sin necesidad de pasar por la fase de programación.
- **Gestión del aprendizaje.** Desarrollar un sistema de gestión de conocimiento que permita gestionar las distintas situaciones de aprendizaje que se puedan dar en una ingeniería. La gestión del aprendizaje se realiza definiendo situaciones de aprendizaje tanto para el profesorado (por ejemplo, preparar una clase) como para el alumnado (por ejemplo, hacer un trabajo o tomar una decisión sobre la planificación de sus estudios). El sistema de gestión de conocimiento debe identificar y organizar los recursos más adecuados para cada situación de aprendizaje.



Fig 3. Definición de un objeto

- **Producto.** Generar una herramienta de trabajo que pueda ser autogestionada por el propio alumnado, tanto para su uso personal (un alumno puede utilizarlo) como para su uso en actividades de mentoría entre alumnos. Las actividades de mentoría aportarán nuevo valor al sistema,

ya que se puede incorporar la experiencia de los mentores en el sistema de gestión de conocimiento. A continuación se expone el modelo funcional del sistema utilizado.

### III. MODELO

La misión de este apartado es mostrar cómo el sistema puede gestionar la complejidad de “n” organizaciones adaptables a los requerimientos y necesidades concretas de cada usuario. Se analizan las distintas capas con sus distintas funcionalidades.

#### A. Capa física. Definición de objetos

Solo el administrador puede crear y definir estructuras de objetos. Dichos objetos se pueden crear a partir de estructuras de datos asociadas y definir el tipo de recurso asociado. En la figura 3 se muestra el objeto “Recursos didácticos” compuesto por la estructura de datos de la derecha (nombre y tipo de atributo) y asociándoles ficheros y videos.

#### B. Capa semántica. Organización de ontologías

En esta capa se puede organizar la semántica del sistema de gestión de conocimiento. En la figura 4 se organiza un conjunto de etiquetas en la categoría “Acción didáctica”. La organización de las ontologías puede ser jerárquica. El rol debe ser de profesor.

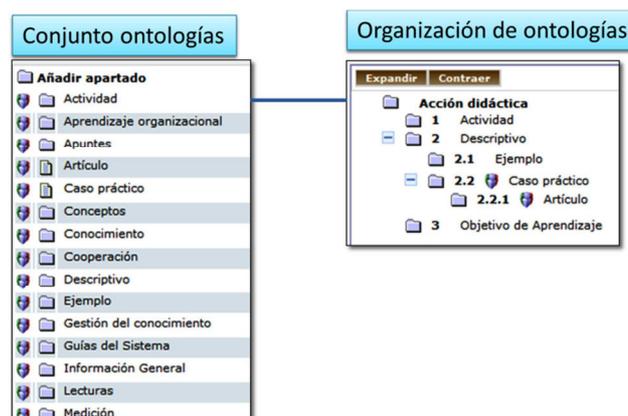


Fig 4. Organización de ontologías

#### C. Capa conceptual. Organización individual para cada usuario

Cada usuario puede organizar la información de dos formas: Listas e índices jerárquicos. Se pueden visualizar hasta 4 listas (cada una de ellas en una ventana como muestra la figura 5-a). Cada lista es un conjunto de recursos cuya selección se especifica a través de ontologías (fig. e-a1). En cada ventana se pueden especificar ontologías distintas y visualizar los recursos que contienen esas ontologías. También cada usuario puede organizar los recursos en índices jerárquicos (la figura 5-b muestra varios índices). Se pueden

poner tantos índices como se desee y cada uno de ellos puede ser configurado de forma independiente del resto (figura 5-b1).



Fig 5. Zona personalizada y especificación de requerimientos

#### D. Capa conceptual. Introducción de recursos de forma cooperativa

Los alumnos pueden utilizar el sistema de conocimiento para introducir los recursos. Tienen que cumplimentar los campos del objeto (figura 6a), indicar si desean que se comparta con el grupo (figura 6b), asignar ontologías que clasifiquen el conocimiento (figura 6c) y además pueden asociar y relacionarlo con otros documentos y/o objetos (figura 6d).

En la siguiente sección se describe la metodología empleada en el desarrollo de la investigación.

### IV. METODOLOGÍA

A continuación se describen las distintas fases llevadas a cabo.

**Fase I.** Creación de una cultura basada en la gestión de conocimiento. Para ello se necesita: que los individuos creen conocimiento, definir un sistema de compensaciones para la creación del conocimiento [11] y que haya intercambio de conocimiento [12].

**Fase II.** Identificación, valoración y creación de conocimiento por parte del alumnado. Se establecieron equipos de trabajo (70 equipos con una media de 6 alumnos por equipo) y cada equipo eligió el tipo de recurso que iba a identificar y/o valorar. Como compensación se les valoró el trabajo con una puntuación para la nota final de la asignatura. En esta fase se incluye la creación e identificación de los recursos.

**Fase III.** Asignación de recursos a los objetos. Se crea un único tipo de objeto para simplificar la gestión. Se asocian los recursos a los objetos.

**Fase IV.** Asignación de ontologías a los objetos. Las ontologías definen el origen, el tipo, la utilidad y la actividad donde se ha generado el recurso.

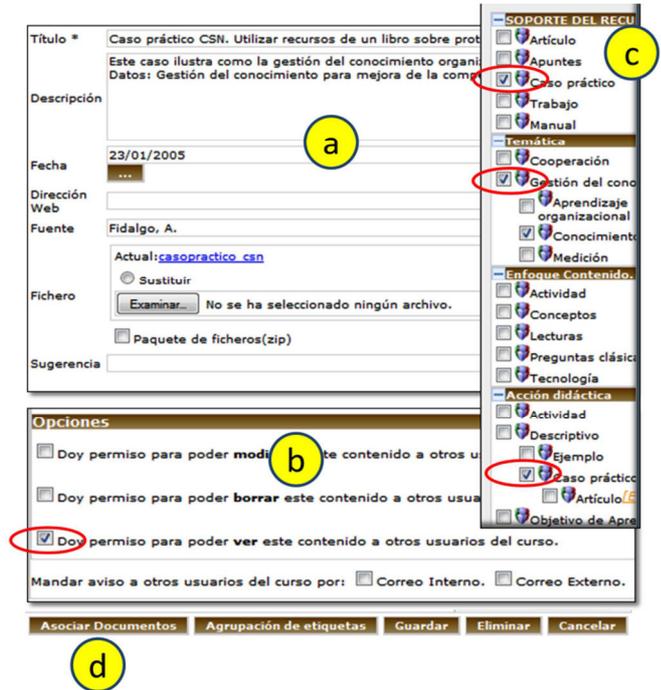


Fig 6. Introducir y compartir recursos

**Fase V.** Asignación de funciones para la gestión. Las funciones son: buscar, clasificar y organizar recursos en base a ciertos requerimientos.

**Fase VI.** Establecimiento de un sistema de requerimientos flexible. Los distintos usuarios pueden generar los requerimientos combinando actividades, contexto y perfil del usuario.

**Fase VII.** Evaluación de resultados tanto de forma cuantitativa como cualitativa.

### V. RESULTADOS

Los alumnos han generado recursos a lo largo del curso académico 2013-14 y los han presentado en el mes de junio de 2014. Se han generado más de 500 recursos de aprendizaje que se refieren a las asignaturas del caso de estudio y al resto de asignaturas del primer curso de los grados de Ingeniería de Minas, de Energía y de Biotecnología.

Los tipos de recursos son:

- Apuntes de profesores
- Exámenes resueltos
- Ejercicios propuestos resueltos
- Cuestionarios de nivelación (para evaluación diagnóstica)

- Trabajos
- Preguntas tipo test
- Videos grabados por los alumnos con explicaciones de conceptos difíciles
- Problemas resueltos
- Casos prácticos
- Entrevistas a alumnos compañeros
- Encuestas a alumnos compañeros
- Entrevistas y encuestas a alumnos de cursos superiores
- Entrevistas al profesorado (para conocerlo mejor y sobre temas académicos)
- Entrevistas a asociaciones, clubes y agrupaciones de las escuelas de ingeniería
- Información útil académica
- Información útil destinada a alumnos de Bachillerato para ayudarles a tomar decisiones sobre el grado a elegir
- Entrevistas a ingenieros y profesionales del sector, relacionados con la titulación o con la asignatura.
- Noticias, páginas web, artículos, etc

Para clasificar y organizar dichos objetos se ha creado una ontología con más de 60 etiquetas y agrupadas en 10 categorías. Las categorías identifican el contexto y las etiquetas la necesidad concreta.

Se han completado las seis primeras fases del estudio y el número de recursos recopilados muestra el alto grado de participación del alumnado. Se están analizando los datos obtenidos a partir de distintos instrumentos de recogida, que permitirán mostrar la repercusión de este sistema sobre aspectos como la satisfacción del alumnado, sobre indicadores de mejora de su aprendizaje etc.

## VI. CONCLUSIONES

Los alumnos no solo han creado e identificado recursos para las asignaturas objeto de estudio, sino para la totalidad de las asignaturas de primer curso. Lo que demuestra que la cultura cooperativa ha tenido un gran éxito e impacto.

La obtención de recursos del resto de asignaturas de primer curso ha aumentado la complejidad del sistema, ya que no se tenía previsto utilizarlo en otras asignaturas. Sin embargo, el sistema ha funcionado de forma óptima sin más que añadir la categoría "asignatura". Esto ha implicado que, en lugar de crear un sistema de gestión del aprendizaje para dos asignaturas, se han realizado para tres cursos completos de tres titulaciones.

Los sistemas LCMS populares obligan, tanto al profesorado como al alumnado, a adaptarse tanto a la organización como a los requerimientos de la propia plataforma. Sin embargo, el sistema de gestión del aprendizaje, aquí propuesto, permite

evolucionar siguiendo los criterios de ingeniería del software para adaptar el sistema a cualquier asignatura.

Por otra parte, este sistema elimina las barreras espaciales y temporales (se puede utilizar dentro y fuera de la universidad). Ofrece un acceso permanente a los recursos, frente a una asignatura que cada año se "reinicia" sin que el alumnado que la ha cursado pueda volver a acceder al conocimiento generado en ella.

Los resultados (en número de recursos) evidencian la satisfacción del alumnado participante en la experiencia, debido a esta metodología/tecnología que contribuye a mejorar sus competencias cooperativas y de comunicación y a aumentar su motivación. Una vez se haya realizado la evaluación de alumnado participante en la experiencia se podrán realizar estudios sobre la repercusión de esta metodología en el aprendizaje del alumnado.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Gobierno de Aragón, al Fondo Social Europeo y a la Junta de Castilla y León por su apoyo. Así como a sus grupos de investigación (LITI, <http://www.liti.es>; GIDTIC, <http://gidtic.com> y GRIAL, <http://grial.usal.es>).

## VIII. REFERENCIAS

- [1] Moodle [online] <https://moodle.org/>
- [2] A. Conde, B. Cuevas, C. Pérez y I. Rodríguez, "Actividades p2p en el aula: Foro de alumnos," Libro de Actas CINAIC 2013, pp. 745-749, Noviembre 2013.
- [3] D. Martín, A. García, A. Muñoz, E. Lopera y E. Muñoz, "Experiencias sobre innovación social. Plataforma para la ética desde la ingeniería," in Libro de Actas CINAIC 2013, pp. 221-226, Noviembre 2013.
- [4] Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), Mapa de ayudas [online]. <http://138.4.83.162/mapas/ayudas/>
- [5] Programa de estudios y análisis (EA), Buscador EA-WEB [online]. <http://138.4.83.162/mec/ayudas/>
- [6] Nonaka I., Takeuchi H. "The knowledge creating company". New York, NY: Oxford University Press, 1995.
- [7] P. Liu, B. Raahemi and M. Benyoucef, "Knowledge sharing in dynamic virtual enterprises: A socio-technological perspective," *Knowledge-Based Systems*, vol. 24, pp. 427-443, April 2011.
- [8] F. Correa, W. Vasconcelos, D. Robertson, V. Brilhamte, A. de Melo, M. Finger and J. Agustí, "On the insufficiency of ontologies: problems in knowledge sharing and alternative solutions," *Knowledge-Based Systems*, vol. 15, pp. 147-167, 2002.
- [9] A. Fidalgo y J. Ponce, "Método CSORA: la búsqueda del conocimiento" *Arbor*, vol. 187, no. Extra 3, pp.51-66, 2011.
- [10] A. Whitworth, "Invisible success: Problems with the grand technological innovation in higher education," *Computers & Education*, vol 59, pp. 145-155, August 2012.
- [11] S. Wang and R. Noe, "Knowledge sharing: A review and directions for future research," *Human Resource Management Review*, vol. 20, pp. 115-131, June 2010.
- [12] V. Hooff and F. Weenen, "Committed to share: commitment and CMC use as antecedents os knowledge sharing," *Knowledge and Process Management*, vol. 11, no. 1, pp. 13-24, 2004.