

Herramienta Open Source de Evaluación y Gestión de Notas en un Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS)

Paloma Moreno Clari, Esteban Sanchis Kilders, *Member, IEEE*

Title—Open Source Tool for Evaluation and Mark Management in a Learning Management System (LMS)

Abstract— Nowadays High Education process is mainly centered in the pupil learning skills, and his/her improvements tracking. The adequate use of some Learning Management Systems (LMS) tools simplifies this task. Most universities provide a LMS, which has this functionality. Nevertheless, these tools rarely include all assessment possibilities, usually depending on the kind of matter and its objectives. This paper proposes the implementation of a tool to achieve the continuous assessment in all kind of matters, and its integration on an Open Source LMS. This integration allows its general use in other universities, and contributes to collaborative learning and to sharing knowledge.

Index Terms— Learning Management Systems (LMS), Information and Communication Technologies (ICT), Open Source, conditional assessment, ways' management, flow diagrams.

I. INTRODUCCIÓN

EL rápido desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) obliga a una dinámica de aprendizaje e incorporación continuos. Este hecho ha generado nuevas necesidades en los alumnos [1], [2]. Particularmente, el alumnado actual precisa de conocimientos y habilidades específicas basadas en competencias fácilmente aplicables a su potencial área profesional [3]. También los materiales de apoyo al aprendizaje han evolucionado gracias al desarrollo y uso de las TIC, que han abierto un vasto campo para la formación. Todos estos cambios han llevado a una nueva definición del proceso de enseñanza-aprendizaje [4], que es básicamente colaborativo. En él, el alumno cada vez participa más activamente.

Actualmente ya se ha completado el proceso de incorporación de las TIC a la educación superior. La mayoría de las universidades de ámbito europeo cuentan con un sistema

de gestión del aprendizaje (LMS) donde seguir sus cursos [5]. Muchos de ellos, además, están basados en herramientas Open Source. Sin embargo, la verdadera integración [6] pasa por la consecución de un sistema práctico de educación que incorpore la mejor tecnología de programación y las técnicas pedagógicas más apropiadas. Es decir, deben adaptarse contenidos y metodología al nuevo soporte [7]. De este modo, se siguen las líneas marcadas por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES): mayor protagonismo del alumno en un proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo y de verdadera calidad [8].

Por ese motivo, la adaptación y crecimiento de una plataforma tecnológica basada en código abierto no puede hacerse desde el simple desarrollo de módulos adicionales, sino que precisa de un análisis en profundidad del uso de la misma. Este análisis servirá para conocer las herramientas más empleadas o más útiles en la mejora del proceso de aprendizaje y la calidad educativa, las que deben ser modificadas para facilitar la interacción de los usuarios y detectar funcionalidades que puedan traducirse en desarrollos informáticos [9], [10].

En el caso particular de la Universidad de Valencia (UV), se realizó este estudio tras superar la fase de implantación de su LMS basado en Open Source (dos cursos completos de utilización) [11]. Los análisis incluían una comparativa de uso de las herramientas de la plataforma con una universidad de características y tamaño similares, pero que se implantó un año antes (mayor madurez en la implementación). El objetivo principal era detectar los módulos que precisaban ser perfeccionados. Uno de los módulos que se decidió mejorar en base a los resultados, para adecuarlo a las nuevas necesidades de seguimiento y evaluación de los alumnos, marcadas por el proceso de convergencia europea, fue el de entrega de tareas [12]. El planteamiento y desarrollo de esta herramienta surge precisamente de la inexistencia de funcionalidades semejantes en otras plataformas virtuales de aprendizaje.

Actualmente la mayoría de los LMSs, y todos los de mayor entidad y penetración: SAKAI, Moodle, WebCT, .LRN, etc., tienen integrado un módulo para la entrega de actividades que funciona de manera muy similar. Con estos módulos de entrega de tareas se fijan los tipos de actividades a realizar y las fechas de entrega.

Por otro lado, y aunque de manera menos extendida, también hay varios LMS (Moodle, Sakai) que poseen

Manuscript received March 5, 2009.

Paloma Moreno-Clari es profesora en el Dpt. de Informática, Universitat de Valencia; e-mail: paloma.moreno@uv.es; Avda. Vicente Andrés Estelles s/n; 46100 Burjassot, Spain.

Esteban Sanchis-Kilders es profesor en el Dpt. de Ingeniería Electrónica, Universitat de Valencia. e-mail: esteban.sanchis@uv.es; Dr. Moliner 50; 46100 Burjassot, Spain.

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

herramientas semejantes a la de la Ficha del Alumno, desarrollada en la Universidad de Valencia para .LRN. Con la herramienta Ficha se guarda la información personal del alumno y sus notas.

Sin embargo, hasta el momento no existe ningún LMS que una ambas funcionalidades, y le de un mayor alcance, dotándolas de una capacidad adaptativa, a través de la evaluación condicional. El nuevo concepto de enseñanza-aprendizaje promueve la innovación educativa y el aprendizaje colaborativo. Este tipo de educación exige técnicas complejas de evaluación y puede proponer distintos itinerarios para aprobar las asignaturas. Con la herramienta propuesta que se ha desarrollado en código abierto se puede cubrir esta necesidad, no sólo en la Universitat de València, sino en cualquier otra que utilice un LMS Open Source. Por este motivo pensamos que puede ser de gran utilidad para la comunidad educativa.

De modo que, el presente artículo muestra la implementación de una herramienta para la evaluación continua y la gestión de notas, y su integración en el LMS preexistente, con la posibilidad de reutilización en cualquier plataforma basada en el software Open Source .LRN. En primer lugar se expondrá el punto de partida y los hechos que motivaron el desarrollo. Se continúa con la descripción del método, que incluye el diseño de la investigación, los análisis que la componen, y la definición de las variables contempladas para la realización del desarrollo informático, con el objeto de que resulte generalizable a otros sistemas universitarios. Finalmente, se detallan los resultados obtenidos con la implementación y las conclusiones de los mismos y se esbozan algunas líneas para la continuación de la investigación.

II. MOTIVACIÓN Y METODOLOGÍA

La Universidad de Valencia (UV) fue una de las primeras en el ámbito español en poner en marcha diferentes estrategias de renovación y modernización, tanto de las estructuras como de la enseñanza, de acuerdo con las líneas y retos del EEES [13]. Por ello, se estableció un plan de actuación encaminado a aprovechar las posibilidades de las TIC para facilitar y reforzar el aprendizaje de los estudiantes y su papel activo en el proceso. Además, para uniformizar y centralizar los recursos tecnológicos y para que la informatización llegara al mayor número de personas y actividades, se consideró que las diversas herramientas hasta entonces dispersas debían integrarse en un sistema unificado de gestión del aprendizaje y comunicación de grupos y comunidades [14].

A. Arquitectura del LMS de la Universidad de Valencia

Tras una evaluación en profundidad de diversas plataformas y tecnologías, se implantó una adaptación del LMS de código abierto .LRN [15] (curso 2004-2005), basada en la arquitectura OpenACS, que además estaba respaldada por su uso en otras universidades de prestigio y por una amplia y activa comunidad de desarrollo [16].

La arquitectura de OpenACS (OACS) es conocida como servidor de aplicaciones. Está formada por un conjunto de

herramientas avanzadas que permite construir aplicaciones web escalables orientadas a la definición de comunidades de usuarios. La Fig. 1 muestra la distribución de componentes y sus funcionalidades. Hay una capa común de servicios básicos o infraestructura, proporcionados por el sistema operativo y la base de datos relacional, donde se almacena la información del sistema. Como sistema operativo se emplea Linux, sistema operativo muy estable, escalable, seguro y que consume pocos recursos. La persistencia se obtiene utilizando la base de datos PostgreSQL, que utiliza el llamado Multi-Version Concurrency Control (MVCC) para manejar los accesos a la base de datos.

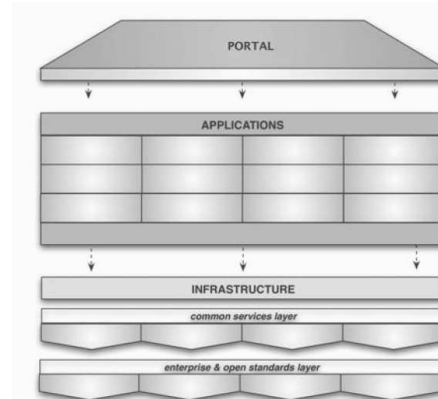


Fig. 1. Infraestructura y servicios de la arquitectura de OACS (Fuente: Greenspun 1999)

Las aplicaciones utilizan los servicios del nivel de infraestructura, personalizando las necesidades de los usuarios en diferentes módulos disponibles para su utilización desde la interfaz web. La programación de los módulos se realiza mediante TCL (Tool Command Language), que es un lenguaje de programación interpretado y multiplataforma, orientado a la generación de aplicaciones web. La Fig. 2 ilustra tanto las aplicaciones que se pueden instalar, como su organización en la arquitectura. En la capa final está situado el componente portal, que se corresponde con el servidor web. Este componente proporciona la interfaz de funcionamiento e interacción con las aplicaciones anteriores. La tecnología empleada en el servidor web es AOLserver.

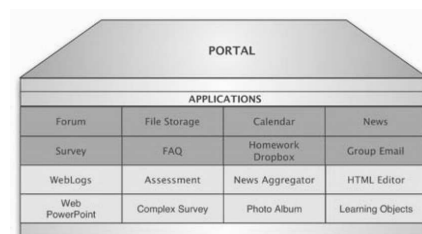


Fig. 2. Aplicaciones disponibles en el núcleo de la distribución ACS (Fuente: Greenspun 1999)

Al tratarse de una plataforma de gestión del aprendizaje basada en soluciones de software libre [17], [18] es posible adaptarla a las necesidades o consideraciones organizativas, y sobre todo pedagógicas, y también mejorarla con el desarrollo

de nuevos módulos. Con el uso de este LMS en la UV, además, se establecieron metodologías y parámetros para planificar y valorar la incorporación del aprendizaje virtual al conjunto de procesos de enseñanza-aprendizaje, según los criterios de convergencia europea [19]. Asimismo, se fomentó la colaboración tecnológica, con la participación en la comunidad de desarrollo de la plataforma, y pedagógica, gracias a la transferencia y reutilización de materiales docentes y recursos formativos basados en estándares.

Casi desde el momento de la implantación de su LMS, la UV participó muy activamente en las comunidades de desarrollo de la plataforma .LRN y de la arquitectura OpenACS [20], traduciendo la interfaz del LMS, o incluyendo nuevos módulos que la comunidad universitaria, en su uso habitual del sistema fue solicitando. Entre ellos, cabe citar el desarrollo, dentro de cada curso de .LRN, de una ficha personal por alumno [21], que reemplaza a la tradicional ficha que el profesor solicita a los alumnos en clase. En ella el profesor puede acceder a los datos del alumno, incluyendo su fotografía, y registrar anotaciones y evaluaciones o incluir comentarios, tanto privados (sólo visibles por el profesor) como públicos (visibles también por el alumno). Esta funcionalidad se integró en el módulo evaluaciones o entrega de tareas de .LRN, mejorándolo. Un ejemplo de ficha de un alumno se muestra en la Fig. 3.



Fig. 3. Ficha personal

B. Punto de Partida y Motivación

Paralelamente a estos desarrollos y mejoras, y una vez culminada la fase de implantación de la plataforma (curso 2005-2006), se realizó un análisis en profundidad de sus estadísticas de uso. El objetivo era tanto el estudio de la evolución en la utilización, como la detección de fallos en sus funcionalidades, con el fin de implementar cambios que mejorasen el proceso de enseñanza/aprendizaje. Entre otros análisis, se realizó un estudio comparativo de los resultados descriptivos [22] de implantación y uso de herramientas entre dos comunidades universitarias con un campus virtual basado en .LRN: la UV y la Universidad Galileo (UG) de Guatemala. Se eligió la UG porque es comparable a la UV en tamaño, número de profesores y alumnos; su LMS es también una adaptación de .LRN; y cuenta con un curso más de experiencia de utilización. Este último dato puede resultar útil para

observar la posible evolución y madurez en el uso en la UV.

Por todo ello, la comparativa de uso con la Universidad Galileo de Guatemala se realizó de manera general, no particularmente con la herramienta de evaluaciones. Se realizó este estudio para precisar las herramientas que necesitaban mayores cambios o mejoras. En la Universidad Galileo la herramienta Actividades es muy utilizada porque se trata de una institución fundamentalmente no presencial.

Por otro lado, como se ha expuesto, se eligió esta universidad por utilizar el mismo LMS que la Universidad de Valencia. Los módulos o herramientas que tiene implementados, son, por tanto, los mismos. Debe precisarse, por ello que, el abordaje que se hace del proceso de evaluación es el siguiente: Con la funcionalidad de entrega de tareas o evaluaciones se fijan el tipo de trabajos a realizar, y las fechas de entrega. Y es el propio profesor el que establece para cada asignatura su mecanismo de evaluación manualmente, sin contar para ello con la ayuda de una herramienta en la plataforma.

TABLA I
ESTUDIO DESCRIPTIVO COMPARATIVO DEL USO DE HERRAMIENTAS DE .LRN EN LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA Y LA UNIVERSIDAD GALILEO DE GUATEMALA

USO DE HERRAMIENTAS	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	UNIVERSIDAD GALILEO
DOCUMENTOS	39%	46%
FOROS	5%	8%
CORREO	25%	9%
NOTICIAS	25%	1%
EVALUACIONES	5%	36%

El estudio comparado de los resultados descriptivos de uso de herramientas en ambos LMS (Tabla I) muestra que, aunque en ambos casos el módulo más utilizado es el repositorio de documentos, las mayores diferencias se hallan en la utilización de la funcionalidad de entrega de tareas, o evaluaciones. Mientras en la UV es la menos utilizada (5%), en la UG es la segunda en grado de utilización (36%), tras el repositorio de documentos (46%) [23]. Los motivos de esta diferencia pueden encontrarse en que la Universidad Galileo lleva un año de ventaja en la implantación de la plataforma y es una universidad menos presencial, por lo que precisa de un mayor apoyo informático para el seguimiento del aprendizaje de los alumnos. Por ello, y para facilitar la madurez y mayor implantación del LMS de la UV por un lado, y para ayudar a la innovación y tutorización personalizada de los alumnos en el marco del EEES usando este instrumento por otro, se decidió desarrollar una nueva herramienta que gestionara la evaluación y entrega de tareas de manera más eficiente. Esta

herramienta debería poder integrarse con el módulo preexistente y utilizarse en cualquier LMS basado en .LRN, aprovechando las ventajas del Open Source.

C. Metodología

La funcionalidad de evaluación y entrega de tareas en el LMS de la UV se utiliza en combinación con la de fichas de los alumnos, desarrollada en la propia universidad. El módulo permite implementar el reparto de tareas entre prácticas y exámenes escritos, especificar el peso en la nota de cada una de estas tareas, exigir la entrega de trabajos en un plazo determinado, o introducir la fórmula que se usará para calcular la nota final [24]. Sin embargo, el módulo adolece de una carencia de flexibilidad importante, e impide, en muchos casos, la configuración de evaluaciones complejas, como son aquéllas que precisan un control en las distintas convocatorias.

La herramienta de gestión de evaluaciones que se pretende implementar se situará en el nivel de Aplicaciones de la arquitectura Open ACS, más concretamente, sustituye, ampliándolo, el módulo Homework DropBox (Entrega de Tareas) (véase la Fig. 2).

Se pretende aprovechar las ventajas que ofrece la utilización de un código abierto en el desarrollo de las diferentes herramientas de un LMS, para mejorar esta herramienta en particular, en base a los resultados obtenidos en el estudio descriptivo comparativo y con miras a adecuarla a los objetivos fijados por el EEES. Ello se realizará gracias a la ampliación de la funcionalidad del módulo Fichas (Fig. 1), con la definición de un algoritmo que permita configurar la evaluación de cualquier asignatura, independientemente de su complejidad. Además de estos cambios, se añadirán nuevas posibilidades, como la exportación de notas a formato digital, el envío o entrega de ficheros, como por ejemplo exámenes corregidos, a alumnos desde dentro del módulo y la introducción de nuevos bloques evaluables.

Las posibilidades en las diferentes asignaturas de las titulaciones de la UV son muy variadas, tanto como las formas de examinar y evaluar de los docentes [25]. Por ello, para mejorar la herramienta, la estrategia utilizada fue, en primer lugar, la recopilación de diagramas de flujo procedentes de distintos ámbitos que representaban la evaluación de asignaturas de la Universidad de Valencia. Puesto que la casuística del problema era muy variada, fue necesario adquirir la mayor diversidad posible de evaluaciones. Con la información extraída del análisis de estos diagramas de flujo, se diseñó un algoritmo para la implementación de un sistema de gestión de la misma. Se finalizó con la integración del algoritmo en las funcionalidades del módulo equivalente preexistente. Para la inclusión de las posibilidades añadidas se analizaron las peticiones realizadas por el profesorado.

III. RESULTADOS

El proyecto para la implementación de la herramienta de evaluación y gestión de notas en el LMS de la UV se dividió en dos fases. Durante la primera de ellas se recopiló la mayor cantidad posible de diagramas de flujo que representaban diferentes posibilidades de evaluación en toda la UV. Con ellos se diseñó el algoritmo general, que se implementó durante la segunda fase del proyecto, dentro del entorno del LMS de la UV.

A. Recopilación de información y diseño del algoritmo

Durante los meses de inicio del proyecto se realizaron reuniones y comunicaciones virtuales a través de la plataforma con profesores de la UV para recopilar información relacionada con la evaluación de sus asignaturas. Como resultado de estos encuentros se obtuvo, en algunos casos, un diagrama de flujo (Fig. 2), y en otros, una descripción textual de las posibles formas de evaluación de sus temarios.

La evaluación de la mayoría de las materias se realiza ponderando las notas de diferentes bloques de la asignatura que generalmente son: Teoría y Prácticas. Cada bloque se compone de tareas que representan las pruebas que debe superar un alumno para aprobarlo. Asimismo, existen condiciones y operaciones lógicas entre las tareas que forman un bloque, y entre los diferentes bloques, que determinan cómo puede llegar el alumno a superar la asignatura.

En la Fig. 4 se muestra como ejemplo el diagrama de evaluación de la asignatura *Técnicas de CAD*. Esta asignatura se compone de dos bloques (Teoría y Prácticas) ponderados con el mismo peso (50%) para el cálculo de la nota final.

La parte teórica la forman diversos exámenes, y cada uno de ellos puntúa sobre el 100%, puesto que, como se puede observar, superar uno de ellos supone aprobar el bloque. En particular, en esta asignatura el bloque teórico se sitúa sólo en el primer cuatrimestre. La prueba que se realiza al terminar dicho cuatrimestre contiene toda la teoría. Si dicha prueba no se supera, puede repetirse en la siguiente convocatoria (segundo cuatrimestre) y con ello se recupera-aprueba la nota de teoría.

El bloque de prácticas lo componen sesiones de laboratorio y varios exámenes. La asistencia a cada práctica o sesión de laboratorio es obligatoria y la entrega de la memoria correspondiente se puntúa particularmente y de manera ponderada. Las notas del total de las sesiones de laboratorio suman el 100% de la puntuación de prácticas. Por otro lado, cada uno de los exámenes de laboratorio que forman el bloque prácticas puntúa sobre el 100% del mismo.

Así, el alumno tiene distintos caminos para aprobar la parte práctica de la asignatura. Puede asistir a las sesiones y entregar las memorias y aprobar esta tarea. Para superar el bloque bajo este supuesto debe asistir a un número mínimo de prácticas. Si no llegase así a la nota mínima, puede aprobar realizando un examen que además, como en el caso del bloque teórico, puede realizarse en varias convocatorias. En cualquier caso, y aún sin asistir a ninguna sesión de laboratorio y no entregar las memorias, puede presentarse al examen práctico y superar así el bloque.

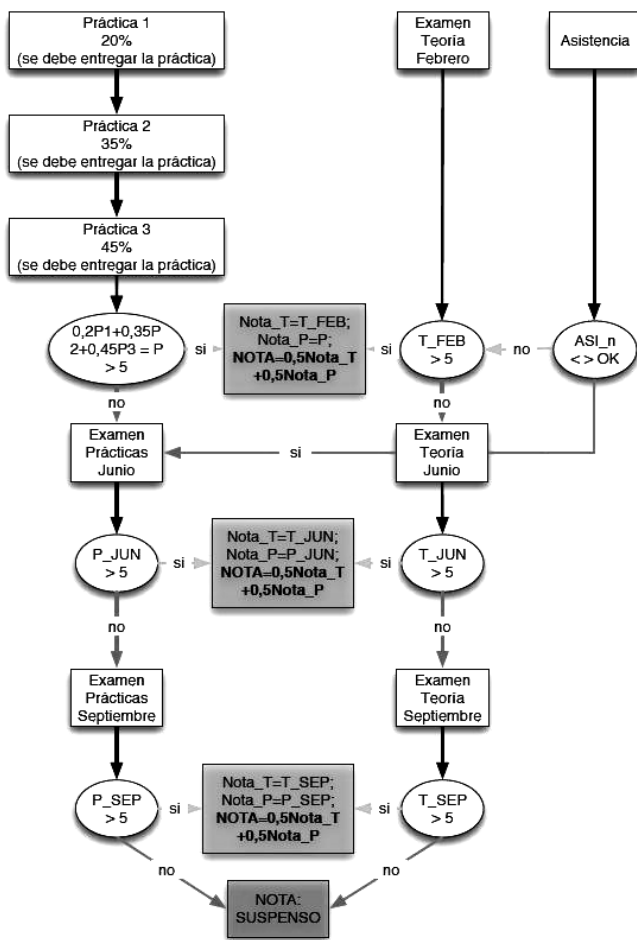


Fig. 4. Diagrama de flujo para la evaluación de la asignatura *Técnicas de CAD*

Un examen del diagrama de flujo lleva a la apreciación de la existencia de diversos *caminos* para aprobar la asignatura. El concepto de *camino* es la base del algoritmo diseñado, cuyo contenido se expondrá con mayor detalle al finalizar la sección.

Para clarificar el concepto se continúa con el ejemplo de la asignatura *Técnicas de CAD*. El bloque teórico puede superarse siguiendo cualquiera de sus tres *caminos*: tres convocatorias de exámenes teóricos (febrero, junio o septiembre). La evaluación del bloque práctico resulta un poco más compleja. El alumno también posee tres alternativas o *caminos*: puede elegir entre asistir y entregar las prácticas, o presentarse a una de las dos convocatorias (junio o septiembre). Asimismo, en cualquiera de los dos bloques, suspender o cerrarse un *camino* no cierra la alternativa de elegir el siguiente, excepto en las convocatorias de septiembre. Así, y observado el diagrama de flujo en su conjunto, puede concluirse que el itinerario o camino para aprobar la asignatura no es muy simple y que existen múltiples posibilidades para conseguir llegar al destino.

Además, el diagrama de flujo utilizado como ejemplo, resulta muy representativo en el conjunto de evaluaciones de asignaturas técnicas o científicas de la universidad, puesto que

el concepto de parte teórica y práctica está presente y diferenciado en la mayoría de ellas.

Tras el análisis de todas las evaluaciones recibidas, comenzó el diseño del algoritmo a implementar. Se pretendía integrar la herramienta en los módulos preexistentes, particularmente en *Fichas*, de modo que se pudiera utilizar en cualquier plataforma basada en .LRN. Así, en el entorno de la UV, el profesorado acostumbrado a la antigua versión de la plataforma, tampoco tendría ningún problema para seguir configurando su evaluación de la manera habitual.

El módulo *Fichas* original, que fue desarrollado en la propia universidad, se encuentra integrado en la funcionalidad de *Evaluaciones*. Consta de tres tipos de bloques evaluables: Básicos, Seleccionables y Ponderables. Los básicos reparten la nota de las tareas del bloque en partes iguales. Los seleccionables reparten los pesos de forma automática, pero con la opción de seleccionar qué tareas influirán en el cálculo de la nota del bloque. Por último, los bloques ponderables permiten al profesor definir los pesos de las tareas que lo forman. Por su parte, cada bloque tiene una nota mínima y se compone de tareas. El profesor puede definir las dependiendo del tipo de bloque de que formen parte, o gestionar aspectos como su peso, si el tipo de bloque lo permite, y definir su nota máxima (Fig. 5).

Estas opciones ya parecen suficientemente complicadas y flexibles a priori. Sin embargo, en la práctica, y a la hora de evaluar las asignaturas, cada vez más centradas en el aprendizaje de los alumnos y la entrega de tareas, y con mecanismos de evaluación complejos, resultan insuficientes. Dos claros ejemplos son la imposibilidad de configuración de una asignatura anual que se evalúe a través de dos exámenes parciales ponderados con distintos pesos o la asignatura utilizada como ejemplo en el presente trabajo (Fig. 6).

A partir de la recopilación y análisis de los diagramas de flujo y textos sobre evaluaciones, se estudió la diversidad de opciones, agrupando aspectos comunes entre asignaturas y definiendo casos particulares, con el objetivo de encontrar un algoritmo general para englobar todo. Este trabajo concluyó con el diseño del algoritmo, y de una interfaz para la gestión de *caminos* (o alternativas), que posteriormente se llamó *Gestión de evaluación condicional*.

Tras el diseño de varios prototipos se escogió la inclusión de una nueva opción en el módulo *Fichas*. Utilizándola, el profesor puede definir condiciones dentro de la evaluación de su asignatura, y con ello, las distintas alternativas para superarla. Estas condiciones se basan en operadores lógicos (mayor, menor, igual, distinto, etc.). El valor de la nota de una determinada tarea se compara con una constante fijada por el profesor, típicamente la nota mínima que debe tener la tarea y tras la comparación se decide cuál es la siguiente tarea a realizar por parte del alumno, dependiendo de si supera o no la condición. Debido a que en muchos casos estas condiciones requieren el uso de operaciones aritméticas, se añadió al algoritmo la posibilidad de introducir operandos y operadores. Así se introduce la posibilidad de realizar operaciones entre notas de tareas y constantes en los casos necesarios. Es importante remarcar que para que el algoritmo funcione correctamente, la definición de las condiciones y operaciones

debe tener un valor adecuado en el campo que indica el orden en el que se aplican, y éste debe ser controlado por el profesor.

El funcionamiento es el siguiente: una vez el profesor ha introducido las notas de las diferentes tareas, aplica la evaluación condicional que ha definido al configurar la evaluación. En ese momento se hacen los cálculos necesarios con los valores de las notas: se realizan las operaciones, y se aplican las condiciones correspondientes. Así se determina cómo se ha aprobado o suspendido la asignatura. Finalmente, se activan las tareas del *camino* que ha seguido el alumno, y se desactivan las que no son necesarias, y con esto la aplicación calcula la nota final dentro de la asignatura. De este modo, el algoritmo ha utilizado las condiciones y operaciones definidas en la configuración de la evaluación para obtener la nota final.

Lista de pruebas / tareas

Nº	Bloque	Nombre de la Prueba	%	Nota Máxima	Editar	Borrar
1	Asistencia	Asis 1-ene	auto	1		
2	Asistencia	Asis 2-ene	auto	1		
3	Asistencia	Asis 3-ene	auto	1		
4	Asistencia	Asis 4-ene	auto	1		
5	Asistencia	Asis 5-ene	auto	1		
6	Asistencia	Examen P Junio	auto	10		
7	Prácticas	Examen P Junio	100	10		
8	Prácticas	Examen P Septiembre	100	10		
9	Teoría	Examen T Febrero	100	10		
10	Teoría	Examen T Junio	100	10		
11	Teoría	Examen T Septiembre	100	10		
12	Prácticas	Media	0	10		
13	Prácticas	P1	20	10		
14	Prácticas	P2	35	10		
15	Prácticas	P3	45	10		
*	Asistencia		auto	10.00		

Fig. 5. Tareas definidas dentro de los diferentes bloques

B. Implementación del algoritmo y nuevas opciones

La segunda fase del proyecto la constituye la implementación informática del algoritmo definido en la fase anterior. Para ello, se utilizó una máquina virtual [26] que simulaba el entorno del LMS de la UV. El código se desarrolló en los lenguajes TCL (Tool Command Language) [27], JavaScript y HTML. La base de datos para la aplicación es PostgreSQL [28]. Una vez finalizada la implementación con éxito, se copiaron los datos a la versión de desarrollo de la plataforma.

Antes de comenzar la implementación del algoritmo, debe crearse un nuevo tipo de bloque, que se añade a los preexistentes dentro del módulo *Fichas*. El nuevo tipo se denomina *Seleccionables Ponderables*, y permite definir pesos dentro de las tareas del bloque, por un lado, y por otro, seleccionar algunas de sus tareas durante el cálculo de la nota final. Por ejemplo, en una asignatura se puede crear un bloque de teoría y dentro de éste dos exámenes parciales (con distinto peso) y uno final, y se activan los parciales o el final según la nota del alumno en cuestión.

La primera fase en la implementación es la introducción de la posibilidad de definición de condiciones lógicas (Fig. 6) y operaciones en las mismas (Fig. 7). Así, se comparan las notas de las tareas con una constante fijada por el profesor (nota mínima) y se decide el *camino* por el que debe continuar el alumno. La utilización de operandos y operaciones añade la flexibilidad para realizar cálculos intermedios, cuyos resultados llevan a la elección de un *camino* u otro para aprobar la asignatura. Por ejemplo, en la asignatura del párrafo anterior, si se supera un examen parcial, debe realizarse el siguiente parcial, mientras que si se suspende, se pasa

directamente al final (sin tener en cuenta la nota obtenida en el parcial).

Pulse el icono para configurar la evaluación del bloque.

Bloques Seleccionables		
Nº	Nombre Bloques	Manage Path
1	Teoría	Configurar
2	Prácticas	Configurar
3	Asistencia	Configurar

Evaluación condicional del bloque Prácticas: Condiciones para el bloque Prácticas

Lista de caminos

Prácticas	Orden	Tarea objetivo	Condición	Si supera la condición	Si no supera la condición	Editar	Borrar
0		P1	Nota de P1 >= 0	P2	Examen P Junio		
1		P2	Nota de P2 >= 0	P3	Examen P Junio		
2		P3	Nota de P3 >= 0	Media	Examen P Junio		
3		Media	(P1*0.2) + (P2*0.35) + (P3*0.45) >= 5	-Fin-	Examen P Junio		
4		Examen P Junio	Nota de Examen P Junio >= 5	-Fin-	Examen P Septiembre		
5		Examen P Septiembre	Nota de Examen P Septiembre >= 5	-Fin-	-Fin-		
6		Examen P Junio	> 0.00	Examen P Junio	Examen P Junio		

Fig. 6. Gestión de evaluación condicional y definición de condiciones

Ambas posibilidades (condiciones y operaciones) se incluyeron en la *Gestión de evaluación condicional*. Por tanto, se trabaja con ellas del mismo modo que con el resto de opciones del *Fichas*, puesto que en pantalla también aparecen de forma tabular. Primero, se selecciona el bloque para el que se va a configurar el camino, y posteriormente se insertan en una tabla las condiciones del bloque. Queda así definido un *camino* lógico. Cada fila de la tabla representa una condición, y puede incluir, además, una serie de operaciones a ejecutar (Fig. 7). En esta tabla, además de la inserción de filas con operaciones encadenadas siguiendo un orden establecido por el profesor, se permite la configuración del cálculo de la media aritmética o ponderada, en función del bloque seleccionado, de un grupo de tareas. El cálculo de medias configurable resulta especialmente útil en aquellos bloques formados por un elevado número de tareas. Entre otras opciones, permite la obtención y publicación, a criterio del profesor, de notas parciales e intermedias, con las que se realiza un seguimiento del avance en el proceso de aprendizaje y evaluación del alumno, que el mismo alumno puede conocer.

Tareas del bloque: Prácticas

Orden	Tarea 1	Operador	Tarea 2	Operador Siguiente	Editar
0	P1	*	0.2	+	
1	P2	*	0.35	+	
2	P3	*	0.45	+	
3	Examen P Junio		Examen P Junio		

Puede introducir un comentario para la condición: Media de las prácticas

Operaciones Insertadas: (P1 * 0.2) + (P2 * 0.35) + (P3 * 0.45)

Cerrar

Pulse aquí si desea calcular la media de un grupo de tareas

Fig. 7. Inserción de operaciones aritméticas

El *camino* para la evaluación de un bloque finaliza su configuración con la introducción de operaciones y condiciones en el mismo. La aplicación utiliza esta información para el cálculo de notas. Cuando un bloque se ha configurado con evaluación condicional, aparece una nueva opción dentro de la asignación de notas. La elección de esta opción hace que se aplique el *camino* definido para el cálculo de la evaluación final. Básicamente utiliza la información proporcionada por los valores numéricos de las notas parciales, y la introduce dentro del *camino*. Una vez en el *camino*, se aplican las operaciones y condiciones siguiendo el

flujo lógico y se activan/desactivan las tareas dependiendo de la configuración existente. Esto permite al profesor saber qué opciones ha elegido el alumno para aprobar la asignatura, ya que puede ver las tareas que se activaron y definen el *camino* seguido (Fig. 8).

Puesto que la aplicación debe activar o desactivar las tareas en función del *camino* debe utilizarse un tipo de bloque Seleccionable (Ponderable o no), para que se realice la *Gestión de evaluación condicional*, y esto no es posible con los otros tipos de bloque.

El profesor continúa teniendo el control para la edición y publicación de la evaluación final. Es decir, mantiene la posibilidad de editar la selección de tareas manualmente para realizar cambios puntuales y/o personales, después de la aplicación de *caminos* y seleccionando por tanto automáticamente las tareas que componen la nota. Por ejemplo, casos particulares en que se pueda aprobar la asignatura mediante un trabajo adicional, o cualquier otro medio que se considere oportuno.

Asimismo, el uso de la evaluación condicional se puede aplicar tanto a la configuración de notas individuales como a la evaluación de una tarea concreta dentro de un grupo de alumnos. Por ejemplo, después de un parcial de febrero, el profesor puede introducir las notas de los parciales del grupo y aplicar la configuración de *caminos* en el momento en que se guarda la evaluación. Esto permite al profesor y a los alumnos saber quién ha superado el examen parcial y quién no, diferenciando entre los que pueden presentarse al siguiente parcial y los que deben hacer todo el examen final.

Por otro lado, se ha evaluado el coste computacional adicional que conlleva la gestión de notas condicional, a través de diversas pruebas realizadas con grupos de alumnos. Se ha observado que el rendimiento del módulo *Fichas* no se ve afectado por el uso de la evaluación condicional.

La implementación de estos cambios e introducción de nuevas opciones pretenden facilitar la configuración de la evaluación de cualquier asignatura, tomando como base su diagrama de flujo. Ello permite el cálculo de notas totalmente informatizado, utilizando el LMS integrado en la universidad. Este tipo de evaluación podría enlazarse, asimismo, con la gestión electrónica de actas académicas.

Al hilo de esta última idea, debe decirse que se añadieron nuevas mejoras a la funcionalidad preexistente, independientes del cálculo de la evaluación, pero que contribuyen a depurar la interfaz de la herramienta y su interacción con otros módulos o aplicaciones. Entre ellas cabe citar la opción de exportar las notas de *Fichas* a un documento en formato digital, la posibilidad de enviar o dejar a disposición de cada alumno un fichero con su examen corregido y también la creación de otro nuevo tipo de bloque evaluable, el bloque de *Asistencias*. Aunque de menor importancia que el *Seleccionable ponderable*, este bloque sirve para controlar la asistencia de los alumnos a clase. Su activación permite la introducción de varias tareas de asistencia, como por ejemplo, diferentes sesiones de laboratorio. Asimismo, estas tareas pueden opcionalmente añadirse a las citas de la agenda del grupo. De este modo, tanto alumnos como profesores, tienen constancia de las fechas y horas de clase.

En cuanto a la opción de la entrega al alumno de su examen corregido, implica, en el mundo de las TIC, y en una universidad con un campus virtual maduro, que el alumno pueda tener acceso a un fichero en formato PDF, JPG o similar de forma personal. Por tanto, debe escanearse el examen corregido, y guardarse en un formato de sólo lectura. De este modo, puede colgarse en la plataforma para que el interesado pueda ver directamente el examen y conocer sus fallos.

Listado Notas						Nota Media : 4' Restricción	
Teoría (50%) - Aplicar camino						[Media:9.00 >= 4] (4.50)	
Anotación	Fecha	Comentario	Nota	Activa	Acción		
Examen T Febrero [100%]	2008-01-30 20:30		4.00 / 10	<input type="checkbox"/>			
Examen T Junio [100%]	2008-01-30 00:05		9.00 / 10	<input checked="" type="checkbox"/>			
Examen T Septiembre [100%]	2008-01-23 16:40		0.00 / 10	<input type="checkbox"/>			
Prácticas (50%) - Aplicar camino						[Media:5.00 >= 4] (2.90)	
Anotación	Fecha	Comentario	Nota	Activa	Acción		
Examen P Junio [100%]	2008-01-30 23:27		5.00 / 10	<input type="checkbox"/>			
Examen P Septiembre [100%]	2008-01-23 16:35		0.00 / 10	<input type="checkbox"/>			
Media [0%]	2008-01-30 11:00		5.80 / 10	<input checked="" type="checkbox"/>			
P1 [20%]	2008-01-30 23:27		9.00 / 10	<input checked="" type="checkbox"/>			
P2 [35%]	2008-01-30 11:00		5.00 / 10	<input checked="" type="checkbox"/>			
P3 [45%]	2008-01-30 11:00		5.00 / 10	<input checked="" type="checkbox"/>			

Fig. 8. Estado de la evaluación tras la aplicación de caminos

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Dentro del marco de convergencia europea, las asignaturas tienden a cambiar sus evaluaciones, disminuyendo cada vez más el peso de los exámenes. Ello es debido a los nuevos métodos docentes existentes, donde predomina el trabajo diario del alumno frente a la evaluación con un simple examen. Inevitablemente esto lleva a la creación de un numeroso grupo de tareas, pertenecientes a un gran número de bloques. Las relaciones dentro de estos implican diferentes pesos y muchas condiciones que se pueden configurar utilizando esta funcionalidad. La nueva herramienta facilita la automatización de la evaluación ante estos nuevos métodos mucho más complejos. Además permite al alumno realizar un seguimiento de la misma, y por tanto de su progresión en la calificación de la asignatura, y si no es satisfactoria, cambiar su estrategia para aprobarla.

Aunque la herramienta diseñada no es colaborativa en sí misma, el LMS de la Universitat de València, basado en .LRN ya incluye entre sus funcionalidades varias herramientas relativas a web 2.0 como wiki, blogs, que sí lo son. En la universidad, asimismo, se está fomentando el aprendizaje colaborativo a través de las TICs siguiendo los criterios del EEES. Actualmente hay numerosas asignaturas que basan su enseñanza en métodos de aprendizaje colaborativo, y utilizan como apoyo la plataforma virtual de aprendizaje: para la entrega de trabajos de grupo, para la creación conjunta de un blog, o una wiki, etc. Por ello, para estas asignaturas el tipo de evaluación puede resultar compleja y esta herramienta podría facilitar su evaluación.

Tras la implementación del algoritmo y opciones complementarias, se han configurado con éxito todas las modalidades de evaluación recibidas durante la fase de recopilación de diagramas de flujo. Éstas representan un conjunto significativo de los distintos tipos de evaluación

existentes dentro de la UV, y la UV es una universidad cuyas titulaciones abarcan la mayoría de las áreas de conocimiento actuales. Por ello se puede afirmar que prácticamente cualquier tipo de evaluación puede automatizarse utilizando el nuevo sistema.

En el caso particular de la UV, una parte de los profesores no podía utilizar el módulo *Fichas* o *Evaluaciones* porque sus opciones de calificación no eran configurables, y decidía recurrir a otro tipo de métodos. En la mayoría de los casos se usaba una hoja de cálculo con todas las condiciones y operaciones. El diseño e implementación de esta herramienta permitirá que un mayor número de profesores utilicen la plataforma para evaluar sus asignaturas.

Actualmente, la nueva versión de *Fichas* implementada está instalada en la plataforma de desarrollo del LMS de la UV. Allí la está analizando el personal del Servicio de Informática, revisando el correcto funcionamiento y testeando los errores. Una vez concluido este proceso se incluirá como una opción (de aquéllas a las que sólo accede el profesorado) en la plataforma (para el curso 2009-2010). Además, como toda herramienta informática, su evolución es continua y por tanto se seguirá trabajando en su mejora (como es el caso de la interacción entre bloques) y adaptación a las necesidades cada vez mayores de las nuevas técnicas de evaluación.

Como trabajo futuro se pretenden introducir condiciones entre bloques, de forma que interactúen entre ellos. La nueva opción permitirá activar desde un bloque una tarea que pertenezca a otro. Resultaría útil, por ejemplo, para activar un examen de prácticas si no se supera la asistencia mínima, puesto que asistencias y prácticas se encuentran en bloques distintos.

Asimismo, esta implementación se integra en una herramienta estándar de un LMS de código abierto. Por ello, puede generalizarse su uso en cualquier institución de educación superior que utilice .LRN como plataforma de gestión del aprendizaje. De este modo se contribuye a la colaboración y al desarrollo de software Open Source. Esta nueva funcionalidad se ha puesto a disposición de la comunidad .LRN y OpenACS. Cualquier problema complejo tiene una solución más sencilla si se divide en módulos y diferentes grupos trabajan en paralelo, recogen y comparten sus experiencias e informan de sus resultados a la comunidad de que forman parte. De este modo se consigue que la arquitectura y herramientas de .LRN continúen mejorando progresivamente [20]. En esta línea, debemos decir que la colaboración y el trabajo en común con OpenACS [29], .LRN [30], el proyecto E-LANE [31] y el grupo INNOVA de la UNED [32], se mantendrá en el futuro inmediato con el fin de compartir experiencias y lograr nuevos objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio de informática (SIUV) y a la Oficina de Convergencia Europea (OCE) de la Universidad de Valencia su colaboración y ayuda. Este proyecto (TIC-220507) ha sido financiado por la Universitat de Valencia.

REFERENCIAS

- [1] W. Lee and D. L. Owens, "Multimedia-Based Instructional Design: Computer- Based Training," in *Web-Based Training, and Distance Learning*. EEUU: Pfeiffer (Wiley), 2000.
- [2] H. K. Wong, *How to Improve Student Achievement (1)*. Indianapolis, EEUU: Harry K. Wong Publications, 2003.
- [3] P. Marqués, "Impacto de las TIC en la enseñanza universitaria," *Didáctica, Innovación y Multimedia*, Año 4, No. 11, marzo de 2008, ISSN: 1699-3748, 2008.
- [4] R. M. Pallof, and K. Pratt, *Collaborating Online: Learning Together in Community*. EEUU: Jossey-Bass (Wiley), 2003.
- [5] M. Barajas and G. Gannaway, "Implementing e-Learning in the Traditional Higher Education Institution", *Higher Education in Europe*, Vol. 32, Issue 2 & 3, 2007, pp. 111 – 119.
- [6] L. Zurita and T. Ryberg, "Towards a Collaborative Approach of Introducing e-Learning in Higher Education Institutions. How Do University Teachers Conceive and React to Transitions to e-Learning?", in *Proc. 8th IFIP World Conference on Computers in Education*, 2005.
- [7] C. MacDonald, and T. Thompson, "Structure, Content, Delivery, Service, and Outcomes: Quality e-Learning in higher education", *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, Vol. 6, No. 2, ISSN: 1492-3831, 2005.
- [8] L. Brooks. (2003). How the Attitudes of Instructors, Students, Course Administrators, and Course Designers Affects the Quality of an Online Learning Environment. *Online Journal of Distance Learning Administration*. Vol. 6 (Issue 4). [Online].
- [9] J. Colla, C. MacDonald and T. L. Thompson, "Structure, Content, Delivery, Service, and Outcomes: Quality e-Learning in higher education," *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, Vol. 6, No. 2, ISSN: 1492-3831, 2005.
- [10] P. Thompson, and B. Randal, "Can E-Learning Spur Creativity, Innovation and Entrepreneurship?", *Educational Media International*, Vol. 38, Issue 4, 2001, pp. 289 – 292.
- [11] P. Moreno-Clari, and V. Cerverón-Lleó, "Encouraging Blended Learning and ICT Use at Universitat de València to Improve the Learning Process with the .LRN Platform: Best Practices and Tools". In *Proc. EATIS 07, Euro American Conference on Telematics and Information System*, EATIS'07, ACM-DL Proceedings, ISBN # 978-1-59593-598-4, Algarve, 2007.
- [12] V. Cerverón, P. Moreno, S. Cubero, D. Roig, and S. Roca, "Universitat de València's Aula Virtual: a Single Integrated LMS for a University". In *Proc. IADIS e-Learning 2007 Conference Proceedings*, IADIS Digital Library, Lisbon, 2007.
- [13] P. Moreno and V. Cerverón. (2007). Enhanced Learning Through Blended Learning: Educative Innovation at the Universitat de València. In *Proc. iNEER, International Conference on Engineering Education*. [Online]. Coimbra. Disponible en: <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/index.html>
- [14] V. Cerverón, and P. Moreno, "Aula Virtual: an e-Learning Management Platform of Universitat de València Development based on Open Code and Collaborative Software", in *Proc. M-ICTE, IV Conferencia Internacional sobre Multimedia y Tecnologías de la Información y Comunicación en Educación, Current Developments in Technology-Assisted Education*, Vol. II, ISBN Vol.II: 84-690-2472-8 Publisher: FORMATEX, Badajoz, 2006.
- [15] A. Essa, V. Cerverón, and C. Blessius, ".LRN: An Enterprise Open-Source Learning Management System", in *Proc. Educause*, Orlando, 2005.
- [16] O. C. Santos, J. Gonzalez-Boticario, C. Barrera, "aLFanet: An adaptive and standard-based learning environment built upon dotLRN and other open source developments," In *Proc. Foro hispano de .LRN. Congreso de usuarios y desarrolladores de .LRN*, Madrid, 2005.
- [17] E. Raymond. (1999, June 28). Shut Up and Show Them the Code, *Linux Today* [Online]. Available: <http://linuxtoday.com/stories/7196.html>
- [18] B. Perens, "The Open Source Definition", In *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*, Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates, 1999.
- [19] Consejo de Coordinación Universitaria, en colaboración con la Comisión para la Renovación de Metodologías Educativas en la Universidad. (2006). *Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad*. [Online]. Disponible en :

http://www.micinn.es/univ/ccuniv/html/metodologias/docu/PROPUESTA_RENOVACION.pdf

- [20] P. Moreno, V. Cerverón, A. López and D. Roig, (2007). .LRN Consortium: International Collaboration for Developing a Learning Management System. Experience from the Universitat de València. In *Proc. iNEER, International Conference on Engineering Education*. [Online]. Coimbra. Disponible en: <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/index.html>
- [21] F. Soler-Lahuerta, S. Cubero, A. López, D. Roig and S. Roca, "Desarrollo del módulo fichas en la estructura de la UVEG para la herramienta groupware .LRN," In *Proc. Foro hispano de .LRN. Congreso de usuarios y desarrolladores de .LRN*, Madrid, 2005.
- [22] J. A. Stevens, *A Modern Approach to Intermediate Statistic*. 2nd edition. Mahwah, New Jersey: LEA, 1999.
- [23] R. Hernández, M. Morales, M. De la Roca, V. Guerra. (2006, Feb. 8). Proyecto E-LANE en la Universidad Galileo. *Resumen resultados E-LANE/UG v.1.0*. [Online]. Disponible en: <http://ges.galileo.edu/fs/view/articulos/resultados-UG.pdf>
- [24] S. Cubero, A. López, D. Roig and S. Roca, "Implantación de .LRN en la Universitat de València Estudi general. Integración de la plataforma y desarrollos propios", In *Proc. Foro e-learning integral: Estrategias y experiencias*, Universidad Galileo, Guatemala, 2006.
- [25] I Jornadas de experiencias docentes con el Aula Virtual de la Universitat de València. (2006, March). [Online]. Universitat de València, Valencia.
- [26] L. Fuente. (2006). Proyecto e-lane. *Máquina virtual utilizada para el desarrollo del proyecto*. [Online]. Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en: <http://e-lane.org/vmware/>
- [27] Manual de referencia TCL. (2008). [Online]. Disponible en: <http://tmml.sourceforge.net/doc/tcl/index.html>
- [28] G. Hillar, "PostgreSQL 8.1.4: robusto y fácil de administrar," In *Mundo Linux: Sólo programadores Linux*, ISSN 1577-6883, N°. 86, 2006.
- [29] R. Hernández, "OpenACS: robust web development framework," In *Proc. Tcl/Tk 2005 Conference Proceedings*, Portland, Oregon, 2005.
- [30] dotLRN Consortium. [Online]. Disponible en: <http://www.dotlrn.org>
- [31] The E-LANE Project. [Online]. Disponible en: <http://www.e-lane.org>
- [32] INNOVA. Sección de innovación de la UNED. *Universidad Nacional de Educación a Distancia*. [Online]. Disponible en: <http://innova.uned.es/>



Paloma Moreno Clari es Ingeniero Superior de Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Valencia y Profesor Ayudante en el área de Ingeniería Telemática del Departamento de Informática de la Universidad de Valencia. Trabaja en el campo del uso del e-learning en la universidad desde el 2001. En la actualidad realiza su tesis doctoral sobre el análisis del uso universitario de plataformas de gestión del aprendizaje. Desde el curso 2006-07 forma parte de un grupo de innovación educativa para el fomento del uso de TICs y el LMS en la universidad.



Esteban Sanchis Kilders es Licenciado en Físicas y Doctor Ingeniero por la Universidad de Valencia, de la que es Profesor Titular en el Departamento de Ingeniería Electrónica. Trabaja en el campo de la innovación educativa y la potenciación del uso de las TIC en la universidad desde el curso 2006-07, habiendo sido el investigador principal de varios proyectos de innovación educativa.