

# Presente y futuro del desarrollo de plataformas Web de elearning en educación superior

Victor Manuel Álvarez García<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> del Puerto Paule Ruiz<sup>1</sup>, Juan Ramón Pérez Pérez<sup>1</sup>, Ignacio Gutiérrez Menéndez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Informática. Universidad de Oviedo  
{victoralvarez,paule,jrpp}@uniovi.es, nacho7be@yahoo.es

**Resumen.** En este artículo se ofrece una visión general del uso de las plataformas de aprendizaje basadas en Web en la educación superior. Para ello, hemos realizado una encuesta entre diversas universidades que, junto a la consulta diversas fuentes de información, permiten definir un estado del arte del uso los LMS's. Además, la encuesta nos ha permitido establecer líneas de discusión con la comunidad de desarrolladores de los framework de elearning, así como descubrir las ventajas y desventajas más comunes en las plataformas de aprendizaje más populares. El estudio detecta los progresos realizados en el diseño de los LMS's, pero también las mejoras necesarias que se han de incluir en la próxima generación de sistemas de elearning. Nuestra propuesta para el futuro, se basa en un diseño que combina las arquitecturas orientadas a servicios con la utilización de técnicas de Web Semántica.

**Palabras clave:** Plataforma de aprendizaje basada en Web, Framework de elearning, Arquitecturas Orientadas a Servicios, Web Semántica, Computación Ubicua

## 1 Motivación

El primer sistema de aprendizaje basado en Web aparece hace más de una década y, desde entonces, universidades de todo el mundo han ido incorporando recursos online como complemento a la enseñanza presencial. Las plataformas de elearning han intentado evolucionar al ritmo marcado por la Web, incorporando nuevas tecnologías a una gran variedad de herramientas. A pesar del gran avance tecnológico, profesores y estudiantes tienen todavía problemas para encontrar un sistema que se adapte a sus requerimientos, lo cual propicia que muchos desarrolladores hayan optado por implementar aplicaciones de elearning a medida.

Para los estudiantes y profesores, los factores que determinan la elección de una plataforma son, entre otros, la usabilidad [10] y la adopción de aspectos pedagógicos [9]. Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollador, una plataforma ha de tener las siguientes características:

1. Estabilidad: Han de mantenerse estables las funcionalidades existentes frente a posibles cambios en el sistema.

2. Escalabilidad: Ha de permitir la incorporación de nuevos módulos y funcionalidad de manera sencilla.
3. Adaptación y personalización: Ha de permitir amoldarse a las características y necesidades del usuario [13].
4. Interoperabilidad: La información no sólo ha de ser importable y exportable entre diferentes instalaciones del mismo producto, sino que además ha de ser intercambiable entre entornos diferentes y heterogéneos.

Estas características han determinado la evolución tecnológica de las plataformas de aprendizaje. Inicialmente, las plataformas estaban basadas en un diseño monolítico [5]. La demanda de requerimientos como la personalización y la adaptación, obliga a los proveedores de sistemas de elearning a ofrecer herramientas que permitan la posibilidad de añadir nuevas funcionalidades al sistema o bien permitir la modificación del código fuente bajo licencias de código abierto. Además, la creciente incorporación en el elearning de la hipermedia adaptativa [3] [4] [16] y de la Web Semántica [1] está propiciando un cambio en las arquitecturas de los sistemas dando paso a las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOAs). Los frameworks de elearning definen una serie de capas de servicios con el objetivo de mejorar el desarrollo de las plataformas de aprendizaje y facilitar la interoperabilidad. De este modo, los sistemas construidos siguiendo las directrices de un framework de elearning, permiten el consumo e intercambio de datos usando los servicios de la plataforma. Para hacer posible la interoperabilidad entre entornos diferentes, es también muy importante usar la información con significado y es aquí donde la Web Semántica juega un papel fundamental.

Actualmente existen varios frameworks para el desarrollo de plataformas de elearning, pero sin embargo, su utilización no está todo lo extendida que debiera. Es por ello que consideramos necesario conocer la situación actual de los frameworks y plataformas, identificando las mejoras necesarias así como los cambios tecnológicos de la próxima generación.

## **2 Frameworks y plataformas de aprendizaje**

Los frameworks de elearning son especificaciones para el desarrollo de las plataformas de aprendizaje basados, fundamentalmente, en el desarrollo de arquitecturas orientadas a servicios. Incluyen un listado y una descripción de los servicios y componentes, así como una guía de desarrollo y, en algunas ocasiones, incluso hasta implementaciones.

IMS Abstract Framework (IAF; <http://www.imsglobal.org/af/>) es un trabajo del IMS Global Consortium que describe un contexto para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje orientadas a servicios, permitiendo una representación abstracta de los servicios y componentes de un sistema interoperable. The Open Knowledge Initiative (OKI; <http://www.okiproject.org/>) también propone una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) en la que se definen una serie de servicios independientes de la tecnología de implementación y desarrollados a partir de interfaces denominados Open Service Interface Definitions (OSIDs). Aunque OKI ofrece por defecto una implementación en lenguaje Java, los XOSIDs, dan una descripción de los servicios

en XML que facilita su transformación a otros lenguajes, como Java y PHP, utilizando para ello transformaciones XSLT. Además de IMS Abstract Framework y OKI, 'The elearning Initiative' (<http://www.e-framework.org/>), representa otro esfuerzo internacional para el desarrollo de infraestructuras en Tecnologías de la Información que facilita la interoperabilidad en educación e investigación.

Aunque es posible determinar si un sistema sigue un framework de elearning, los estudios, informes y encuestas [2] [6] [8] se centran fundamentalmente en los LMS y no ofrecen estadísticas de uso de los frameworks, lo cual dificulta determinar su nivel de utilización.

El desarrollo de las plataformas Web de elearning surge en la década de los 90. Una de las primeras que aparece es 'Web-based Course Tools System', WebCT, que es actualmente comercializada por Blackboard Inc. (<http://www.blackboard.com/>). Sin embargo, Blackboard/WebCT ha encontrado un fuerte competidor en plataformas de código abierto, las cuales permiten a los desarrolladores acceso directo al código fuente para modificar y personalizar el LMS. Moodle (<http://moodle.org/>), dotLRN (<http://dotlrn.org/>) y Elgg (<http://elgg.org/>) son ejemplos de plataformas de código abierto bajo licencia GNU/GPL (<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>). Aunque GNU/GPL son las licencias por las que han optado un gran número de aplicaciones, el código abierto no está restringido a una única licencia. Sakai (<http://sakaiproject.org/>), por ejemplo, es un LMS de código abierto escrito en Java bajo licencia Educational Community, que sigue parte del IMS Abstract Framework y Open Knowledge Initiative para conseguir una aplicación orientada a servicios, escalable y con cierto nivel de interoperabilidad.

La consecución de la interoperabilidad entre plataformas de aprendizaje es uno de los objetivos más perseguidos en la actualidad, existiendo proyectos que investigan en su diseño e implementación, como es el caso del proyecto CAMPUS [15] de la Universidad Abierta de Cataluña (UOC; <http://www.uoc.edu/portal/english/>), que está desarrollando un Campus Virtual que permite trabajar con Moodle y Sakai, garantizando la interoperabilidad entre ambas plataformas.

### **3 Encuesta sobre el uso de sistemas de elearning en la Universidad**

Con el objetivo de determinar el nivel de uso y las razones por las cuales las universidades se inclinan por una u otra plataforma, desde el Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo realizamos una encuesta que complementamos con discusiones con desarrolladores y miembros de la comunidad científica en el campo del elearning para educación superior.

El estudio se desarrolla entre los meses de Enero y Marzo de 2008 y recoge información de 48 universidades, la mayoría de las cuales participan en la encuesta respondiendo vía email a un breve cuestionario que se detalla a continuación:

1. ¿Está vuestra Universidad utilizando o basando sus desarrollos en algún framework o plataforma de elearning?
2. En el caso de utilizar algún framework o plataforma de elearning  
- Especificar cuál

- ¿Por que habéis decidido escoger ese framework o plataforma?
- 3. En el caso de no hacer uso de ningún framework o plataforma de elearning
  - ¿Habéis considerado utilizar alguno?
  - ¿Por qué habéis descartado su uso?

Enviamos esta encuesta a personas responsables en el desarrollo o administración de sistemas de elearning de universidades de todo el mundo. Para ello, seleccionamos por un lado, las universidades siguiendo el ranking académico de universidades del 2007 (ARWU; <http://www.arwu.org/>) y por otro, contactamos con universidades implicadas de manera activa en el desarrollo e investigación de sistemas de elearning, tales como el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), la Universidad Abierta de Cataluña (UOC) y la Universidad de Middlebury.

Como resultado de la realización de las encuestas, hemos obtenido una aproximación al nivel de uso de frameworks y plataformas de elearning en el ámbito universitario, así como determinados factores para la elección o descarte de su uso. Las conversaciones, realizadas principalmente vía email, también nos han dado pistas sobre futuras líneas de investigación.

Una primera aproximación se puede ver en la Tabla 1, que muestra el nivel de participación en la encuesta por continente y país/región.

Tabla 1: Participación por continente y país/región

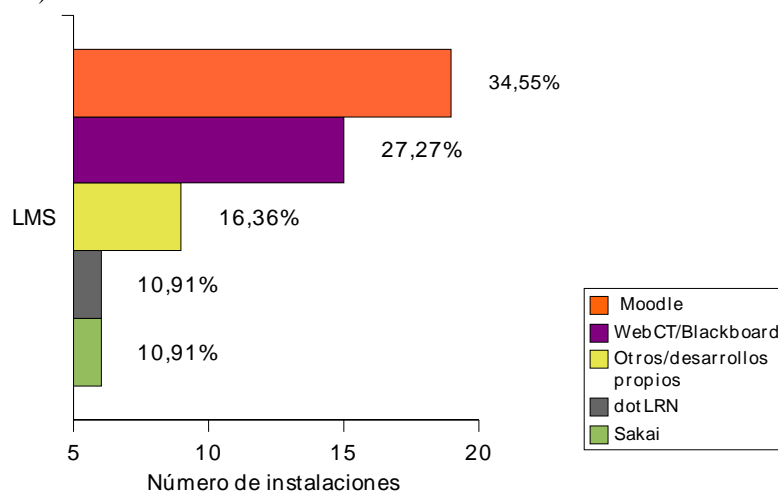
Europa: 29 (61.70%)	América: 11 (23.40%)	Asia: 3 (6.38%)	Oceanía: 3 (6.38%)	Africa: 1 (2.13%)
Alemania: 1	Canadá: 1	China: 1	Australia: 2	Suráfrica: 1
España: 15	Estados Unidos de América: 9	Japón: 1	Nueva Zelanda:1	
Francia: 1	Méjico: 1	Palestina: 1		
Grecia: 1				
Reino Unido: 8				
Suecia: 1				
Suiza: 2				

El estudio detectó que tan sólo unas pocas universidades (8.33%) están desarrollando o usando de manera directa frameworks de elearning. Los frameworks referenciados por los encuestados fueron IMS Abstract Framework (<http://www.imsglobal.org/af/>) y The Open Knowledge Initiative (<http://www.okiproject.org/>). La adopción de frameworks de elearning es también baja en las plataformas y sólo hemos encontrado que Sakai (<http://sakaiproject.org>) y Segue (<http://segue.middlebury.edu/sites/segue>) han utilizado algún framework de elearning durante su desarrollo, mientras que el resto han sido construidas utilizando algún framework de programación, ó un esquema arquitectónico propio.

Las encuestas revelan un alto nivel de uso (87.5%) de sistemas de las plataformas de aprendizaje basadas en Web. Estas herramientas son usadas principalmente como

complemento a la educación presencial y son un elemento tecnológico clave para las instituciones que dan prioridad a la educación a distancia. Este es el caso de las universidades a distancia, donde hemos detectado un interés especial en la investigación y desarrollo de herramientas de elearning. Por el contrario, otras universidades prefieren concentrar sus esfuerzos en la educación presencial y descartan incorporar el uso de un LMS. Sin embargo, estas mismas universidades si dan importancia a algunos aspectos del elearning, como el OpenCourseWare (<http://ocwconsortium.org/>) y son publicadores habituales de contenidos de aprendizaje, para lo que utilizan técnicas como grabaciones de video u otros recursos multimedia.

Para la mayoría de universidades que hacen uso de plataformas de aprendizaje basadas en Web, hay dos plataformas que acaparan la mayor parte de la atención, Moodle (<http://moodle.org>) y WebCT/Blackboard (<http://www.blackboard.com/>) (ver Figura 1).



**Fig 1.** Gráfico de uso de learning management systems en universidades

De acuerdo con nuestro estudio, actualmente el 27.27% de los LMSs en uso en las universidades son un producto Blackboard. Aunque Blackboard aparece posicionado como la mejor solución comercial no abierta, hemos detectado una ligera tendencia a ser sustituido por una alternativa de código abierto, preferentemente Moodle.

La información recibida muestra que el 34.55% de las universidades disponen de al menos una instalación de Moodle, lo que hace que sea la plataforma de aprendizaje basada en Web más utilizada en la actualidad.

Los encuestados afirman que el éxito de Moodle está determinado por su enfoque pedagógico y por ser una herramienta de software libre. Moodle ofrece un conjunto de funcionalidades que encajan con los requisitos más comunes de los usuarios y sin coste adicional. Además, ofrece un buen soporte tecnológico de su comunidad de desarrolladores, que permite la incorporación fácil de funcionalidades nuevas o la modificación de aquellas existentes donde sea necesario.

Pero, a pesar del éxito de Blackboard y Moodle, hay un número importante de universidades que consideran que ninguno de los LMSs actuales satisface requisitos tales como, tener un modelo interactivo basado en la comunidad, permitir integración a nivel funcional y de herramientas o dar suficiente control sobre el código. Debido a estas carencias, muchas universidades prefieren desarrollar su propia solución.

La encuesta refleja una utilización significativa de otros LMSs como dotLRN (10.91%; <http://dotlrn.org>) y Sakai (10.91%; <http://sakaiproject.org>), ambos preocupados por ofrecer una arquitectura escalable, y Elgg (4.16%; <http://elgg.org/>), que está introduciendo algunas ideas de redes sociales de acuerdo a la filosofía del elearning 2.0.

Con menor porcentaje encontramos Stellar (<http://stellar.mit.edu/>), un sistema propietario desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts; Segue (<http://segue.middlebury.edu/sites/segue>), un sistema GNU/GPL de elearning basado en OKI y escrito en PHP desarrollado en la Universidad de Middlebury; ILIAS (<http://www.ilias.de/>), un LMS GNU/GPL y compatible con SCORM desarrollado en la Universidad de Cologne en Alemania; OLAT (<http://www.olat.org>), un LMS escrito en Java por la Universidad de Zurich en Suiza; y disCourse (<http://discourse.ics.hawaii.edu/>), una solución de elearning basada en la comunidad por la Universidad de Hawaii.

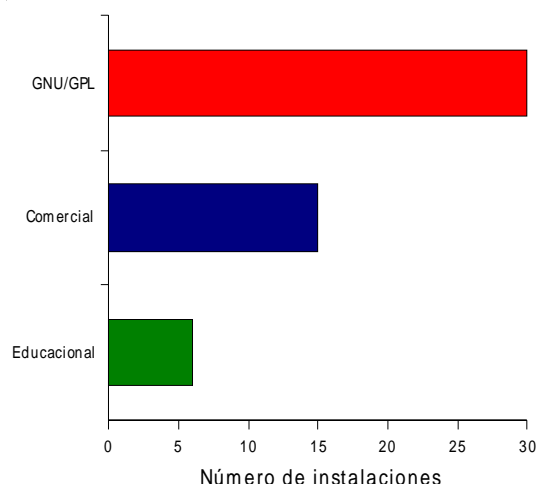
En general, la distribución de estos resultados es uniforme en los distintos países participantes. No obstante, se detectan ciertas peculiaridades dependiendo del país. En los Estados Unidos, Reino Unido, la penetración del elearning es particularmente alta. En el caso de Estados Unidos, donde las clases suelen tener un número reducido de alumnos, destaca el uso del OpenCourseWare o Contenido en Abierto, mientras que en el Reino Unido, uno de los países más avanzados en cuanto a investigación en el campo del elearning, se observa una tendencia a introducir aspectos de elearning 2.0.

En el caso de España, existe una clara preferencia por la utilización de la plataforma Moodle y en muchas universidades se aprecia una migración de WebCT/Blackboard a Moodle. Las razones argumentadas son:

1. Moodle es gratuito, y por lo tanto, económicamente sostenible a largo plazo.
2. Se puede modificar su código para ajustarlo a las necesidades específicas de cada institución.
3. Tiene un buen enfoque pedagógico.

El estudio detectó que la característica de ser abierto, que permite a los desarrolladores añadir módulos y modificar su código sin coste, es una de las razones más comunes para elegir un LMS. De tal manera que, las soluciones libres son las más elegidas, con la excepción de WebCT/Blackboard, que es una solución comercial que se sigue utilizando en muchas universidades.

Este resultado sugiere la importancia de la licencia adoptada. En términos de licencias, GNU/GPL es la preferida por la mayoría de los sistemas, que incluyen Moodle, dotLRN, Elgg y Segue, mientras que Sakai escoge una licencia de Comunidad Educativa (Educational Community Licence).



**Fig. 2** Número de instalaciones por tipo de licencia

Además de la licencia hemos encontrado que otros factores clave en la elección de un LMS son: usabilidad y adopción de aspectos pedagógicos, estabilidad, escalabilidad, adaptación y personalización e interoperabilidad. En general hemos encontrado que los usuarios interesados en la usabilidad y la pedagogía optan por instalar Moodle ó Blackboard mientras que aquellos que buscan escalabilidad e interoperabilidad tienden a optar por dotLRN o Sakai.

Otros factores secundarios, pero no menos importantes, son: la adopción de especificaciones de contenido, la portabilidad de los datos y el acceso e interacción desde múltiples dispositivos.

## **4 Carencias y necesidades en las actuales arquitecturas de elearning**

Como resultado del estudio hemos detectado faltas y necesidades en las actuales arquitecturas de elearning, tales como la escalabilidad, la interoperabilidad y la compatibilidad con estándares, así como otras características, que podrían ser determinantes en la futura evolución de los sistemas de elearning, como la manipulación y la migración de datos y la compatibilidad con múltiples dispositivos.

### **4.1 Escalabilidad e Interoperabilidad**

Desde el punto de vista del desarrollador, dotar a un LMS de todas las herramientas necesarias para satisfacer a los usuarios es un problema de difícil solución.

Algunos de los enfoques implementados son: la integración de un LMS con un gestor de contenido, como es el caso de promoodle (<http://promoodle.com/>) que combina Moodle (<http://moodle.org>) con Joomla (<http://www.joomla.org/>), la conexión de un conjunto de herramientas en el LMS, como hace Elgg (<http://elgg.org/>) o el desarrollo de una solución propia.

Actualmente, las tecnologías que se están utilizando para conseguir la interoperabilidad entre plataformas son: los servicios web, la autenticación LDAP, la sindicación RSS (<http://www.rssboard.org/rss-history>) o la posibilidad de utilizar

estándares para contenidos de aprendizaje como SCORM (<http://www.adlnet.gov/scorm/>) e IMS Learning Design (IMS LD; <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>)

En nuestra opinión, es necesaria una evolución en el elearning hacia arquitecturas capaces de facilitar la escalabilidad y permitir la interoperabilidad de una manera más sencilla.

#### **4.2 Manipulación e Integración de datos**

Los datos manejados por las herramientas de elearning se ajustan siguiendo la estructura y terminología de cada sistema. Es por ello que cuando intentamos hacer uso de esos datos o migrarlos a otro sistema resulta necesario reescribir los datos o programar un módulo capaz de realizar una traducción entre distintos formatos.

#### **4.3 Computación ubicua: compatibilidad con múltiples dispositivos.**

La Web ya no es un escenario único donde tenemos un servidor y usuarios accediendo a la aplicación desde su PC haciendo uso de un navegador. La proliferación de dispositivos móviles hace necesario adaptar la respuesta de los LMS a nuevos casos de uso, como pueden ser la utilización de una PDA o un iPhone. Sin embargo las arquitecturas actuales no ofrecen el necesario nivel de flexibilidad para adaptar la respuesta a estos dispositivos de manera eficiente.

### **5 Arquitecturas orientadas a servicios y la Web Semántica, un paso en la próxima generación de LMS**

Consideramos que el uso combinado de las arquitecturas orientadas a servicios y la Web Semántica, es una posible solución a las carencias y necesidades mencionadas anteriormente.

En general, las arquitecturas orientadas a servicios ofrecen una solución para el diseño de aplicaciones distribuidas con bajo acoplamiento y, su adopción es una apuesta clara de los frameworks de desarrollo como IMS Abstract Framework u Open Knowledge Initiative (OKI).

Un diseño basado en componentes permite que cada elemento pueda ser reutilizado, actualizado y reemplazado. Aunque, internamente este diseño es suficientemente sostenible, la interoperabilidad entre sistemas requiere dar a conocer la funcionalidad del mismo al exterior. Es aquí donde las arquitecturas SOA juegan un papel fundamental, ofreciendo una manera de interconectar sistemas utilizando tecnologías independientes de la plataforma como XML-RPC, SOAP, REST.

Por otra parte, los clientes de estos servicios pueden aprovechar las ventajas de las arquitecturas SOA, obteniendo funcionalidades a través de servicios ya implementados, como hacen iGoogle (<http://www.google.com/ig>) o Protopage (<http://www.protopage.com/>), que pese a no ser de propósito educativo, se están



utilizando en el ámbito educacional. La interoperabilidad basada en el uso de servicios desde su ubicación original, tal y como está haciendo la compañía Google, ofrece una serie de ventajas en el desarrollo de las plataformas de aprendizaje, como por ejemplo, que cualquier modificación en el servicio original se ve inmediatamente reflejada en la plataforma de destino, lo cual permite al usuario disponer en todo momento de las versiones más actualizadas y adecuadas de los recursos que está utilizando. Desde el punto de vista del programador, no es necesario alojar herramientas externas en el sistema, sino que simplemente basta con invocar un servicio para que su funcionalidad sea accesible desde la plataforma de aprendizaje. No obstante, hay que tener en cuenta si la flexibilidad que se obtiene compensa la complejidad añadida que supone la utilización de servicios [14].

Además, la aplicación de un modelo arquitectónico basado en servicios aplicado a la computación ubicua [11], nos permite adaptar la interfaz sin tener que modificar ni la funcionalidad ni la arquitectura de los sistemas. Esto nos permite obtener vistas distintas adaptadas a las características de los diferentes dispositivos de acceso.

El uso de servicios externos no es la única ventaja que aportan las arquitecturas SOA. El diseño interno de las plataformas de elearning basado en servicios siguiendo el modelo de los frameworks de elearning, permiten una distribución de componentes en capas, haciendo posible distinguir niveles de funcionalidad (servicios comunes, servicios educacionales, etc.) e interconectar estos niveles a través de servicios.

Los sistemas de elearning están adoptando lentamente SOA. Sakai está basado en IMS Abstract Framework y OKI; Moodle ofrece una API de servicios web a través de XML-RPC y Blackboard a través de SOAP. Pero generalmente, y a pesar de que gran parte del trabajo en este campo está relacionado con la interoperabilidad y el intercambio de datos entre plataformas de aprendizaje, encontramos aún pocos servicios disponibles [13]. Existen algunas iniciativas relacionadas con el intercambio de objetos de aprendizaje a través de servicios [7] y, algunos proyectos como OSID Bridging ([http://harmoni.sourceforge.net/wiki/index.php/OSID\\_Bridging](http://harmoni.sourceforge.net/wiki/index.php/OSID_Bridging)), que intentan aprovechar la utilización de servicios para favorecer la interoperabilidad.

Incluso en el caso en el que podamos acceder, adaptar y reutilizar los servicios de aprendizaje [12], hay un aspecto muy importante a tener en cuenta, que daría un impulso a los sistemas de elearning, y es la capacidad de añadir significado a sus datos. Cuando un sistema de elearning elige una manera de nombrar a personas, cursos u otros recursos de un entorno de aprendizaje, muchas veces se basa en terminología propia o sujeta al entorno cultural.

La Web Semántica ofrece mecanismos para dar significado a la información y a los servicios publicados en la Web. Las especificaciones como RSS junto a las ontologías Web y las tecnologías basadas en Resource Description Framework (RDF; <http://www.w3.org/RDF/>), pueden ayudar a entender y emparejar conceptos entre aplicaciones, permitiendo corregir problemas tales como el manejo de la información, la migración de los datos, la interoperabilidad, o la adaptación y la personalización. El resultado serían plataformas de aprendizaje no cohesivas y con bajo acoplamiento que permitirían el intercambio de meta-datos con un significado común para todos y favorecerían la interoperabilidad entre herramientas.

## 6 Conclusiones

A medida que evoluciona la Web, las aplicaciones de elearning también lo hacen, incorporando nuevas funcionalidades tecnológicas para satisfacer las necesidades del usuario. Las empresas de productos de elearning intentan enfocar, desde diferentes filosofías, 'la solución definitiva' que satisfaga los requerimientos que tanto diseñadores como usuarios demandan.

Universidades, instituciones e investigadores están realizando un esfuerzo para determinar los requerimientos en la arquitectura de los LMS. Los requisitos básicos han sido cubiertos gracias a enfoques como IMS Abstract Framework y OKI. Sin embargo, a la hora de elegir una determinada solución, hay una serie de requisitos que no están localizados en un único sistema, sino que se encuentran dispersos en plataformas diferentes.

Hemos realizado un estudio, el cual contribuye a entender la diversidad y en el que se preguntan cuestiones como cuales, cómo y por qué se elige una u otra plataforma. Con enfoques diferentes, un alto nivel de competitividad y el creciente interés por este tipo de aplicaciones, el futuro de los LMS's basados en web está totalmente abierto y los resultados que hemos obtenido podrían ser significativamente diferentes en unos pocos años.

A pesar de la proliferación y el éxito de las plataformas de aprendizaje, hemos detectado importantes retos a conseguir. Las herramientas y las actualizaciones no son fáciles de incorporar, los interfaces no encajan con las necesidades de los diferentes dispositivos y usuarios, la migración y el intercambio de los datos entre sistemas requieren programar módulos que permitan a los sistemas entenderse y los estándares a nivel arquitectónico no están lo suficientemente maduros para integrar toda esta diversidad.

Estos retos requieren una visión amplia y abierta. Las arquitecturas orientadas a servicios, como las que proponen los frameworks de elearning, complementadas con técnicas de Web Semántica, serán la clave para la próxima generación de LMSs escalables, adaptables e interoperables.

**Agradecimientos.** Este artículo ha sido financiado con el proyecto de la Universidad de Oviedo con código UNOV-08-MB-14, denominado "Motor para el procesamiento de contenido de elearning compatible con la arquitectura OKI".

## Referencias

1. Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. The Semantic Web: A New Form of the Web Content That is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities. Scientific American, Vol.284. (2001). Disponible en <http://www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-web>.
2. Bradley, M., Carter, J., Fitzsimons, F. et al. Learning Management System Evaluation Report. Humboldt State University. [http://www.humboldt.edu/~cdc/lms/docs/Learning\\_Management\\_System\\_report.pdf](http://www.humboldt.edu/~cdc/lms/docs/Learning_Management_System_report.pdf). January 17, (2007). Consultado en Abril 2008.

3. Brusilovsky, P. Adaptive navigation support in educational hypermedia: The role of student knowledge level and the case for meta-adaptation. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 34 (4) (2003) 487-497.
4. Brusilovsky, P., Peylo, C. Adaptive and intelligent Web-based educational systems. In P. Brusilovsky and C. Peylo (eds.), *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 13, Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems (2003) pp. 2-4.
5. Dagger, D., O'Connor, A., Lawless, S. et al. Service-Oriented E-Learning Platforms: From Monolithic Systems to Flexible Services. *IEEE Internet Computing*, Vol.11, no.3 (2007) 28-35.
6. Itmazi, J. A., Gea, M. Survey: comparison and evaluation studies of learning management systems. MICROLEARNING2005: Learning & Working in New Media Environments. International Conference, Innsbruck, Austria. June 23 – 24, (2005).
7. Lam, G., Rossiter, D. Streaming Multimedia Delivery in Web Services Based E-Learning Platform. Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007) pp. 706-710
8. Landon, B., Henderson, T., Poulin, R. Peer Comparison of Course/Learning Management Systems, Course Materials Life Cycle, and Related Costs. Final Report. Massachusetts Institute of Technology. <http://web.mit.edu/emcc/www/MIT-WCET-C-LMS-Final-Report-07-19-06.pdf>, (2006). Consultado en Abril 2008.
9. Moore, M. Learners and learning at a distance. In Proceedings: Second Teaching at a Distance Conference, Madison, Wisconsin. Department of Continuing and Vocational Education, (1986) 8-45. Disponible en [http://www.ed.psu.edu/acsde/pdf/learners\\_learning.pdf](http://www.ed.psu.edu/acsde/pdf/learners_learning.pdf)
10. Nielsen, J. Usability 101: Introduction to Usability. <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>. August 25, 2003. Consultado en Abril 2008.
11. O'Sullivan, D., Lewis, D. Semantically Driven Service Interoperability for Pervasive Computing. *Proc. 3rd ACM Int'l Workshop on Data Engineering for Wireless and Mobile Access*, ACM Press (2003) 80–92.
12. Owen, N. C., Keffe, I., Aoife, B., Wade, V. Principles for Designing Activity-based Personalized eLearning. Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007) pp. 642-644.
13. Paule, M.P., Fernández, M.J., Ortín, F., Pérez, J.R. Adaptation in current e-learning systems. *Elsevier Computer Standards and Interfaces*, Vol. 30, Issue (1-2) ( 2008) 62-70.
14. Rachid, N. A., Behzad, B., Fanyu, D., Hendley, R.J. A Web Services Approach to Learning Path Composition. Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05) pp. 98-102.
15. Santanach, F., Garcia, J., Gener, M. CAMPUS Architecture. Open University of Catalonia. <http://www.campusproject.org/eng/campusArch.pdf> (2007). Consultado en Abril 2008.
16. Stash, N., Cristea, A., De Bra, P. Adaptation to Learning Styles in E-Learning: Approach Evaluation. Proceedings of E-Learn 2006 Conference, Honolulu, Hawaii (2006).