

Diseño y evolución del clúster de e-Learning (.LRN) en la Universitat de València

PONENCIAS

Design and evolution of the clúster of e-Learning (.LRN) in the Universitat de Valencia

◆ Salvador Roca, Agustín López, Sergio Cubero

Resumen

En el curso académico 2004-2005 se implantó en la Universitat de València (UV) la primera versión de la actual plataforma de e-Learning (OpenACS / .LRN) tras un piloto de 6 meses con un grupo de profesores interesados y tras un estudio de las plataformas existentes.

Esta implantación, su mantenimiento y los desarrollos posteriores han sido realizados por técnicos del Servicio de Informática.

La arquitectura inicial del sistema en tres capas (presentación, lógica de negocio y datos) se implementó sobre dos servidores. Este diseño carecía de tolerancia a fallos y estaba limitado en cuanto a escalabilidad. El éxito de la implantación de la herramienta entre nuestros usuarios llevó a un incremento en la carga de los sistemas pasando de 40 sesiones de media y máximos de 80 a más de 500 de sesiones concurrentes en la actualidad (con picos cercanos al millar). La preocupación por la escalabilidad, el rendimiento y la disponibilidad de esta plataforma nos llevó a la incorporación de un clúster de servidores en las capas web y de aplicación, y se separó el servicio de elementos estáticos incorporando servidores Apache. Aprovechamos para ello que la aplicación OpenACS está preparada para funcionamiento en clúster e instalamos un balanceador, primero hardware y hoy software (Pound) para los servidores Web. El código de la aplicación se compartió mediante NFS entre los nodos del clúster para facilitar el mantenimiento. Con estas modificaciones de la arquitectura, la carga total pudo aumentar con tiempos de respuesta similares a las del año anterior.

El curso 2007-2008 se ha iniciado con otra serie de mejoras. Se ha aumentado el número de elementos del clúster hasta seis. Se han virtualizado los servidores web y de aplicaciones (bajo un entorno Xen) para favorecer y simplificar su mantenimiento y la gestión de nuevos elementos. Estamos estudiando la sustitución del par Apache + Pound por el servidor Nginx y para eliminar el punto de fallo del balanceador se ha incorporado una solución basada en "heart-beat" de manera que otro elemento del clúster toma el rol de balanceador en caso de fallo del principal. Se ha adquirido e integrado en la arquitectura general del sistema un servidor multimedia (streaming).

Palabras clave: Software de apoyo a la docencia universitaria, evaluación e implantación de sistemas de gestión del aprendizaje, virtualización del aprendizaje, software libre, clúster, alta disponibilidad.

Summary

In the 2004-2005 academic year, the University of Valencia (UV) implemented the first version of the current e-Learning platform (OpenACS / .LRN) following a 6-month pilot programme with a group of interested professors and research on existing platforms.

The implementation, its maintenance and the subsequent development were carried out by IT Service technicians.

The initial three-tier system architecture (presentation, business logic and data) was implemented on two servers. The design lacked fail-safe mechanisms and was limited in the area of scalability. The successful implementation of the tool amongst our users led to an increased system load, which grew from the average of 40 sessions (maximum 80) to over 500 concurrent sessions today (with peaks of nearly a thousand). The concern over scalability, performance and availability on this platform led us to implement a server cluster in the web and application layers, and the static element service was separated by adding Apache servers. To do this, we took advantage of the fact that the OpenACS application is able to work in a cluster and we installed a balancer (initially hardware but now Pound software) for the web servers. The application code was shared by NFS among the cluster nodes to facilitate maintenance. With these architecture modifications, the total load could be increased with response times similar to those of the previous year.

The 2007-2008 year has begun with another series of improvements. The number of clúster elements have been increased to six. The web and application servers have been virtualised (under an Xen environment) to favour and simplify maintenance and new element management. We are looking into replacing the Apache + Pound combination with the Nginx server and in order to eliminate the balancer fail point, we have implemented a solution based on "heartbeat" so that another cluster element takes on the balancer role if the main one fails. We have acquired and integrated a multimedia server (streaming) into the general system architecture.

Keywords: University teaching support software, evaluation and implementation of learning management systems, learning virtualisation, freeware, cluster, high availability.

◆
La implantación de e-Learning (OpenACS/.LRN), su mantenimiento y los desarrollos posteriores han sido realizados por técnicos del Servicio de Informática

◆
En el curso 2007-2008 se ha aumentado el número de elementos del clúster



1. Elección de la plataforma

En el año 2003 el Vicerrectorado de Tecnologías de la Información y Comunicación, encargado de coordinar todas las iniciativas de uso de las nuevas tecnologías, propone al Servicio de Informática de la Universidad de Valencia (SIUV) la realización de un informe que recomiende una plataforma de gestión del aprendizaje para implantarla en nuestra universidad como apoyo a nuestra docencia. Tras el análisis correspondiente, las tareas de búsqueda y revisión bibliográfica de estudios de otras universidades e instituciones y la realización de un caso de estudio con la plataforma WebCT que utilizaban un pequeño grupo de profesores de nuestra Universidad, se identificaron una serie de requisitos mínimos que debían cumplir las plataformas a seleccionar y realizar una plantilla ponderada de las características a evaluar.

Los requisitos mínimos exigidos, fueron los siguientes: fiabilidad, escalabilidad, estándares y tipo de licencia de uso. Se valoró también la personalización de la interfaz para una correcta integración y la posibilidad de incorporar múltiples idiomas.

Realizamos una primera selección de siete plataformas, las cuales cumplían los cuatro requisitos mencionados. Se preseleccionaron ILIAS, .LRN y WebCT y elaboramos una plantilla de características ponderadas, con unos 20 factores ordenados por los roles siguientes: alumnos, profesores, administradores de cursos, administradores de la plataforma y programadores. En el apartado de referencias se puede ampliar la información referente al estudio realizado .

Para la implantación de la plataforma escogida se planteó un caso de estudio y una puesta en producción de la aplicación. El caso de estudio consistió en la instalación de la plataforma durante el segundo periodo del curso 2003-04. Para el caso de estudio se decidió instalar la versión .LRN 2.0 que introducía las mejoras de interfaz para múltiples idiomas y validación LDAP respecto a la versión .LRN 1.0. Esta decisión comprendía cierto riesgo debido a que la versión 2.0 se encontraba en pleno desarrollo, y todavía no era suficientemente estable, pero en los planes de la comunidad OpenACS, con los cuales nos coordinamos sumando nuestro esfuerzo, estaba previsto que la versión 2.0 estuviera preparada para el inicio del curso 2004/2005, en el cual pretendíamos ofrecer el servicio de Aula Virtual en producción a nuestra comunidad universitaria.

2. Instalación y puesta en marcha (curso académico 2004-05)

En el curso académico 2004-05 se implantó la primera versión de la actual plataforma de e-Learning (OpenACS 5.1 / .LRN 2.0).

El conjunto de servicios disponible estaba formado por: Envíos y listas de correo electrónico · Documentos · Calendario · Preguntas y respuestas frecuentes · Foros · Entrega de tareas · Noticias · Exámenes · Guía docente · Cuaderno de bitácora · Materiales en línea (IMS – SCORM) · Álbum de fotografías · Transparencias Web · Salas de chat · Evaluación · Cuestionarios.

El esfuerzo dedicado a la implantación en producción, comprendió la dedicación a tiempo completo de todo el equipo (1 analista, 2 programadores y 1 operador) durante los meses de septiembre y octubre. Durante todo el curso académico un programador y un operador a tiempo completo realizaban las tareas de mantenimiento y soporte.

Las tareas de personalización de la plataforma estuvieron destinadas a la integración con nuestros sistemas de información, autenticación LDAP y traducción.

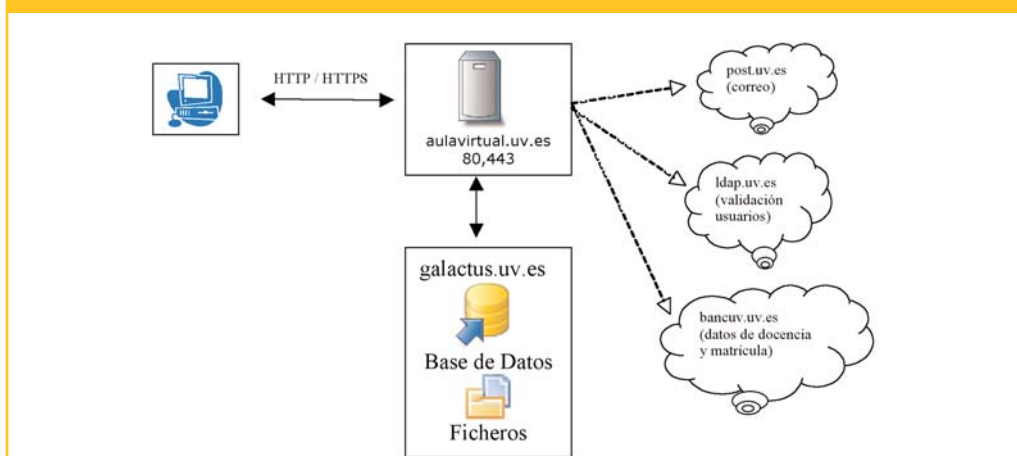
La arquitectura del sistema se implementó sobre dos servidores con procesadores duales AMD Opteron y sistema operativo Debian GNU/Linux, de los cuales, uno tenía instalado el servidor web AOLServer junto con la aplicación .LRN, y el otro el servidor de base de datos PostgreSQL (7.4). En la siguiente tabla se muestran las características y versiones principales de los productos instalados en los servidores:

◆
Para la implantación de la plataforma escogida se planteó un caso de estudio y una puesta en producción de la aplicación

◆
Las tareas de personalización de la plataforma estuvieron destinadas a la integración con nuestros sistemas de información, autenticación LDAP y traducción

Capa	S.O.	Procesador	Memoria	Observaciones
Web: Aolserver 4.0.5	Debian GNU/Linux kernel 2.6.3 (32 bits)	Dual AMD Opteron (x1)	4 GB	OpenACS 5.1.4 .LRN 2.0
DB: PostgreSQL 7.4.5	Idem	Idem (x4)	12 GB	

FIGURA 1. ESQUEMA CURSO 2004-2005



Colaboramos en la formación de profesores a través del Servicio de Formación Permanente impartiendo cursos de introducción a los que asistieron unos 200 profesores.

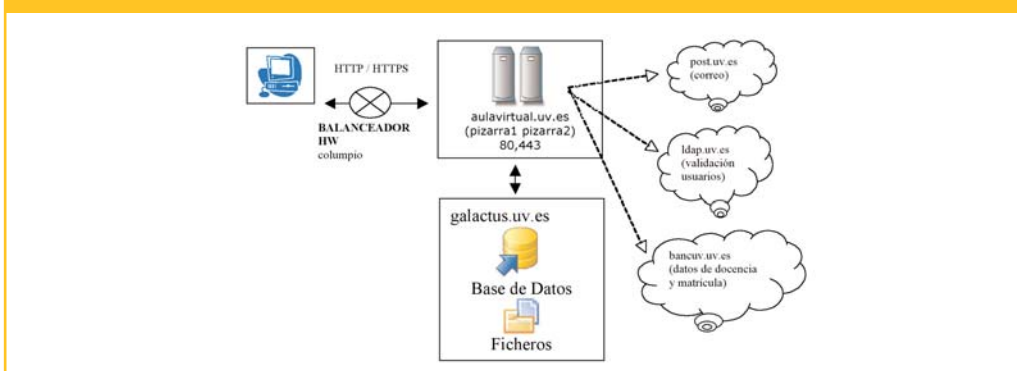
El caso de estudio nos permitió realizar pruebas de rendimiento mediante la carga de todos los cursos y usuarios de la U.V. Los resultados de éste dieron problemas de rendimiento, demostrando que la versión 2.0 presentaba problemas de escalabilidad. Este problema nos condicionó a crear solamente los grupos y alumnos de los profesores que nos lo solicitaron expresamente.

3. Primer clúster de Aula Virtual (curso académico 2005-06)

Reportados los problemas al foro de OpenACS, fuimos asesorados por los miembros más experimentados de la comunidad con sistemas similares a los nuestros. Así pues, se decidió escoger la siguiente arquitectura para realizar la instalación en producción.

Disponíamos de un balanceador CISCO y dos servidores Web conectados a un único servidor de base de datos para intentar mejorar el rendimiento, pero los problemas de sincronización nos llevaron a cuestionar esta solución. La configuración de este curso académico se muestra en la tabla siguiente.

FIGURA 2. CLÚSTER DOS NODOS BALANCEADO HARDWARE 2005-2006



El caso de estudio nos permitió realizar pruebas de rendimiento mediante la carga de todos los cursos y usuarios de la U.V.

Reportados los problemas al foro de OpenACS, fuimos asesorados por los miembros más experimentados de la comunidad con sistemas similares a los nuestros



◆
Cerca del 25% de la comunidad universitaria utilizó Aula Virtual como apoyo a la docencia presencial

◆
En el primer cuatrimestre del curso académico 2006-07 realizamos cambios en la configuración del hardware

Capa	S.O.	Procesador	Memoria	Observaciones
Web: Aolserver 4.0.5	Debian GNU/Linux kernel 2.6.3 (32 bits)	Dual AMD Opteron (x1)	4 GB	OpenACS 5.1.4 .LRN 2.0
DB: PostgreSQL 7.4.5	Idem	Idem (x4)	12 GB	

Uno de los problemas que apareció fue la imposibilidad de gestionar la memoria superior a 4 GB por el servidor de aplicaciones, lo que ocasionaba reinicios esporádicos debido a un "memory leak" de la aplicación. Para solucionarlo se cambió el sistema operativo a la versión de 64 bits.

Teniendo en cuenta que activamos la docencia de los profesores mediante solicitud, se atendieron unas 2.000 solicitudes de un total de 2.500 profesores generando 8.099 cursos, 690 subgrupos y 45.400 usuarios con el rol de alumnos. También disponíamos de 53 comunidades asociadas a proyectos de investigación.

Cerca del 25% de la comunidad universitaria utilizó Aula Virtual como apoyo a la docencia presencial. Los desarrollos propios que se realizaron fueron: fichas, introducción de fórmulas matemáticas, automatización de la carga de datos de profesores y alumnos, gestión de altas/bajas en grupos y subgrupos y la integración del paquete de Chat de OpenACS en los cursos de .LRN. También adaptamos un módulo de encuestas y votaciones, incorporando la posibilidad del voto secreto.

Para mejorar la calidad del soporte se realizaron manuales de uso de cada herramienta.

Las vías de contacto para solicitar soporte son a través de una comunidad creada en la plataforma, llamada Introducción a Aula Virtual, a través de una lista de distribución y mediante el teléfono.

La media estimada de usuarios conectados simultáneamente fue de 200 usuarios con máximos de hasta 300.

El número de alumnos conectados todavía era bajo, una cuarta parte del total, debido al criterio de inicialización de usuarios que seguimos.

Las encuestas que realizamos a los profesores y alumnos en los cursos de formación demostraron un alto grado de satisfacción en el uso de la herramienta. Las quejas o sugerencias recibidas estaban orientadas hacia la petición de nuevas funcionalidades.

Los principales problemas que detectamos fueron errores de la aplicación y de rendimiento, entre los que cabe destacar el bajo rendimiento de WebDAV y la comprobación de permisos (>1.200.000) sobre la gran cantidad existente de objetos (>3.200.000) en base de datos. Los problemas de rendimiento la mayoría de la veces sucedían en el servidor de base de datos, debido a que algunas consultas acaparaban el 100% de la CPU durante un periodo de tiempo excesivo. A día de hoy estos problemas los hemos solucionado rescribiendo la lógica de las consultas.

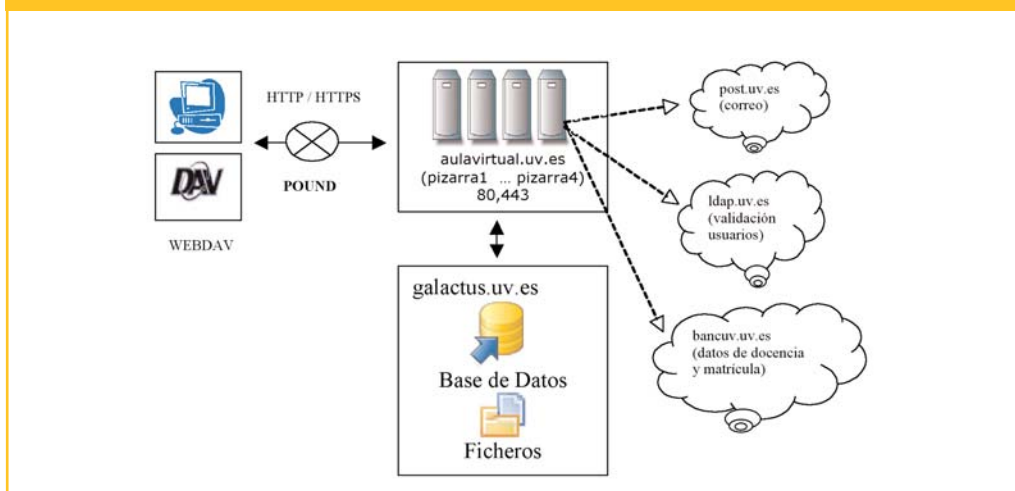
4. Crecimiento y estabilidad (curso académico 2006-07)

En este curso académico se alcanzaron los 15.000 estudiantes y 750 profesores como usuarios habituales del Aula Virtual.

El criterio de "usuario de la plataforma" que utilizamos en las estadísticas de uso considera un usuario a aquél establece más de 30 sesiones en un cuatrimestre.

En el primer cuatrimestre del curso académico 2006-07 realizamos cambios en la configuración del hardware: incorporando un servidor Apache para entrega de los elementos estáticos y actualizando la versión del servidor de base de datos a PostgreSQL 8.1, con lo que la configuración de los servidores de producción era:

FIGURA 3. CLÚSTER CUATRO NODOS BALANCEADO HARDWARE 2006-2007



Capa	S.O.	Procesador	Memoria	Observaciones
Web: Aolserver 4.0.10	Debian GNU/Linux kernel 2.6.8 (64 bits)	Dual AMD Opteron (x1)	6 GB	OpenACS 5.2 .LRN 2.2
DB: PostgreSQL 8.1	Idem	Idem (x4)	12 GB	

Tuvimos problemas de sincronización de los nodos del clúster lo que nos obligó a modificar algunas partes del código.

Existían dos instancias más de producción, para permitir el acceso a la información de años anteriores, además de la instancia de desarrollo.

Se alcanzaron las 500 sesiones concurrentes.

En este curso académico se desarrollaron los siguientes paquetes: Datamanager, Messenger, Wikipedia y Cuotas.

5. Virtualización y disponibilidad (curso académico 2007-08)

El curso 2007-2008 se ha iniciado con una serie de mejoras.

Se ha aumentado el número de elementos del clúster hasta seis. Se han virtualizado los servidores web y de aplicaciones (bajo un entorno Xen) para favorecer y simplificar su mantenimiento y la gestión de nuevos elementos.

Capa	S.O.	Procesador	Memoria	Observaciones
Web: Aolserver 4.5	Debian GNU/Linux kernel 2.6.15 (64 bits)	Dual AMD Opteron (x1)	6 GB	OpenACS 5.3.2 .LRN 2.3.0
DB: PostgreSQL 8.2.5	Idem	Idem (x4)	12 GB	

Estamos valorando la sustitución del par Apache + Pound por el servidor Nginx.

Para eliminar el punto de fallo del balanceador se va a incorporar una solución basada en "heart-beat" de manera que otro elemento del clúster toma el rol de balanceador en caso de que el principal no responda.

En el curso académico 2006-2007 se desarrollaron los paquetes Datamanager, Messenger, Wikipedia y Cuotas

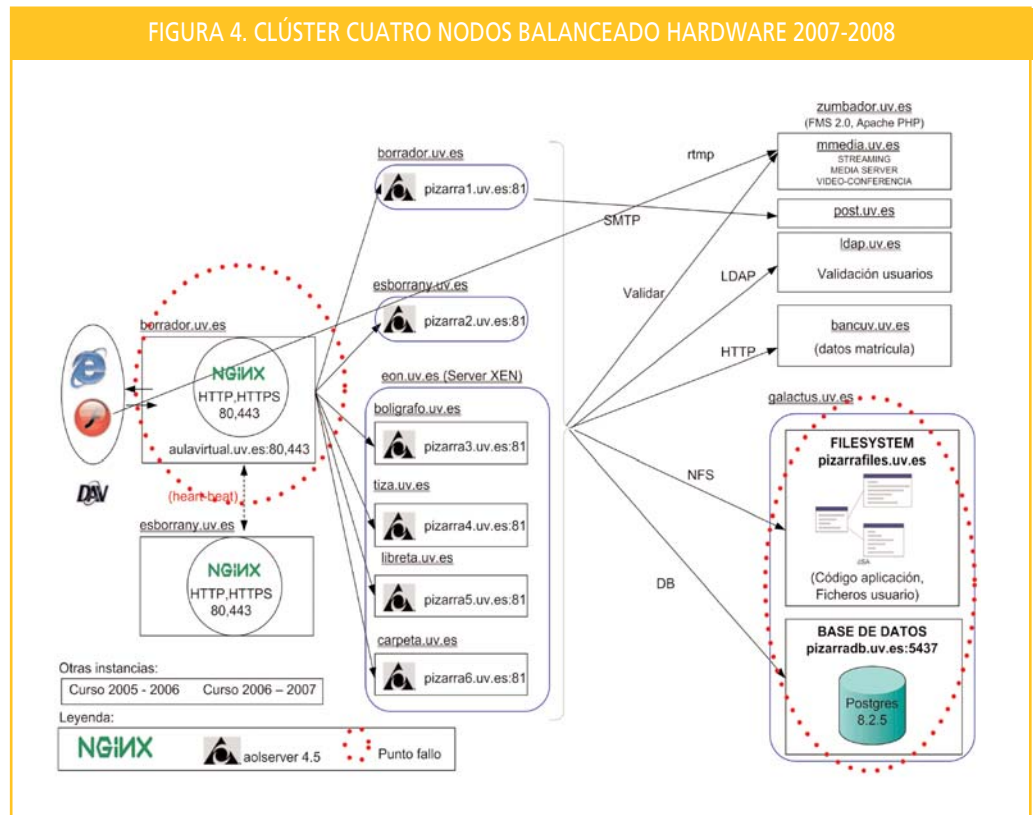
Se ha adquirido e integrado en la arquitectura general del sistema un servidor multimedia (streaming) para incentivar la generación de contenidos multimedia en Aula Virtual



Se ha adquirido e integrado en la arquitectura general del sistema un servidor multimedia (streaming) para incentivar la generación de contenidos multimedia en Aula Virtual.

Se le ha dado un alcance mayor al proyecto al integrar comunidades más allá del ámbito de la docencia, de grupos de investigación y órganos institucionales

FIGURA 4. CLÚSTER CUATRO NODOS BALANCEADO HARDWARE 2007-2008



6. Conclusiones y perspectivas

Gracias a la colaboración de INNOVA de la UNED, a los componentes del proyecto E-LANE, a la comunidad OpenACS y al consorcio .LRN ha sido posible esta implantación

Hemos adaptado y mejorado la arquitectura de la plataforma de acuerdo con las necesidades de rendimiento y crecimiento para nuestra Universidad, integrándolo con nuestros sistemas de información.

Se le ha dado un alcance mayor al proyecto al integrar comunidades más allá del ámbito de la docencia, de grupos de investigación y órganos institucionales.

Actualmente, nuestra mayor preocupación reside en la tolerancia a fallos de la base de datos. Bien es cierto que disponemos de la información replicada en armarios de discos (SAN) y copias de seguridad, pero este escenario no garantiza la alta disponibilidad del servidor de base de datos. Esperemos que las soluciones que ofrece el software libre nos permitan mejorar en este aspecto.

Por último agradecer la colaboración ofrecida por parte de INNOVA de la UNED, a los componentes del proyecto E-LANE, a la comunidad OpenACS sin los cuales no habría sido posible esta implantación y a los socios del consorcio .LRN del cual formamos parte.

Referencias:

- [1] *Oficina de convergencia Europea. Proyectos de innovación educativa.*
[<http://www.uv.es/loce/convocatoriespropies.htm>]
- [2] *Presentación institucional de la Universidad de Valencia.*
[<http://www.uv.es/sap/v/docs/institucional.htm>]
- [3] *GARCÍA, P., Implantación de dotLRN en la Universidad de Valencia. Proyecto Aula Virtual. final de carrera de Ingeniería Informática U.V., 2004.*
[<http://www.uv.es/ticape/docs/pedroj/proyecto.pdf>]
- [4] *ROIG, D., Proyecto de Evaluación de plataformas de Teleformación para su implantación en el ámbito universitario. Proyecto final de carrera de Ingeniería Informática U.V., 2004 6.1*

- [I] *Consorcio .LRN* [<http://dotlrn.org>]
- [II] *Comunidad OpenACS* [<http://openacs.org>]
- [III] *Grupo de desarrollo de la Sección de Innovación – UNED* [<http://www.innova.uned.es>]
- [IV] *Web del proyecto E-LANE* [<http://www.e-lane.info>]
- [V] *Web Engineering Group - Universidad de Sydney*
[<http://www.weg.ee.usyd.edu.au/people/rafa/openacs>]
- [VI] *Servidor de traducción oficial* [<http://translate.openacs.org>]
- [VII] *Componente JavaScript ASCIIMathML* [<http://www1.chapman.edu/~jipsen/asciimath.html>]
- [VIII] *Componente JavaScript HTMLArea* [<http://www.share4ever.net/htmlarea>]
- [IX] *IMS Global Learning Consortium* [<http://www.imsproject.org/>]
- [X] *Advanced Distributed Learning* [<http://www.adlnet.org>]
- [XI] *Web de la Universidad de Valencia Estudio General* [<http://www.uv.es>]
- [XII] *Aula Virtual* [<http://aulavirtual.uv.es>]

Salvador Roca Marquina
Agustín López Bueno
Sergio Cubero Torres
 (Aula.Virtual@uv.es)

Servei d' Informàtica de la Universitat de València Estudi General
<http://www.uv.es/siuv> <http://aulavirtual.uv.es>