

# Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración

Francesc Santanach Delisau<sup>1</sup>, Jordi Casamajó Dalmau<sup>1</sup>, Pablo Casado Arias<sup>2</sup>,  
Marc Alier Forment<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Tecnología Educativa  
Universitat Oberta de Catalunya

Av. Tibidabo, 39-43 08035 Barcelona

<sup>2</sup>Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

Universitat Politècnica de Catalunya

c. Jordi Girona, 1-3 08034 Barcelona

{fsantanach, jcasamajo}@uoc.edu, {pcasado, malier}@lsi.upc.edu

**Abstract.** El proyecto CAMPUS, promovido por la Secretaría de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (STSI) de la Generalitat de Catalunya, nace del acuerdo suscrito por la mayoría de universidades catalanas para disponer de un campus virtual basado en código abierto y que permita impartir la enseñanza superior tanto en línea como en semipresencial. Asimismo, una vez finalizado el proyecto, posibilitará la integración, dentro de plataformas tipo Moodle o Sakai, de módulos y herramientas externas desarrolladas en código abierto.

**Keywords.** Campus virtual, entorno de aprendizaje, Moodle, sakai, OKI, OSID, LMS, código abierto, open source, e-learning, interoperabilidad, integración.

## 1 Introducción

El proyecto CAMPUS<sup>1</sup>, promovido por la Secretaría de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (STSI) de la Generalitat de Catalunya, nace del acuerdo suscrito por la mayoría de universidades catalanas por disponer de un campus virtual basado en código abierto y que permita impartir la enseñanza superior tanto en línea como en semipresencial. Se trata de una iniciativa surgida del sistema universitario y abierta al mundo, que pretende convertirse en referencia internacional para el e-learning.

Este proyecto se engloba dentro el programa Universidad Digital que impulsa la STSI, y que tiene por objetivo facilitar la transmisión y compartición del conocimiento a través de las tecnologías de la información y la comunicación.

---

<sup>1</sup> <http://www.campusproject.org>

## 2 Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración

La Universitat Oberta de Catalunya (UOC) se responsabiliza de la coordinación y del liderazgo del proyecto, el cual, se desarrolla aprovechando los conocimientos y la experiencia de cada universidad asociada. Cada socio aporta, por tanto, herramientas y recursos al proyecto, que se organiza bajo una comunidad de desarrollo en código abierto.

Hoy, el proyecto cuenta con más de 15 socios que se reparten las funciones de desarrollo del CAMPUS y las tareas de observación y seguimiento. El proyecto se inició oficialmente el 1 de abril de 2006 y está prevista su finalización en diciembre de 2007.

El objetivo es desarrollar una infraestructura tecnológica con herramientas de libre distribución para impartir formación en línea. Los requisitos del proyecto son: código abierto y estándares abiertos, diseño centrado en el usuario, interoperabilidad entre herramientas y con otros sistemas, escalabilidad de la solución, alta concurrencia de usuarios y procesos, especificaciones OKI OSIDs [10] como mecanismo de interoperabilidad, que sea ejecutable y integrable en las plataformas de e-learning de código abierto *moodle* y *sakai* y con una arquitectura de la solución basada en servicios.

El término código abierto y de libre distribución se refiere al conjunto de programas cuya licencia permite al usuario utilizar, distribuir, copiar, estudiar, cambiar y mejorar el programa [2]. Se considera este requisito imprescindible, puesto que es muy improbable que una institución pueda utilizar un entorno virtual de aprendizaje sin tener que modificarlo para su integración con herramientas propias o su adaptación para adecuarlo al “*modus operandi*” y a la metodología de la institución.

Las técnicas de diseño centrado en el usuario permiten detectar y corregir en un tanto por ciento muy elevado los problemas derivados de la usabilidad de las aplicaciones informáticas. El objetivo de aplicar estas técnicas es asegurar que el conjunto de funcionalidades del entorno virtual de aprendizaje se ajustan a aquello que los usuarios esperan y necesitan. A su vez, se garantiza la calidad en la interfaz de las aplicaciones en cuanto a facilidad de uso y cumplimiento con las normas de accesibilidad.

El proyecto CAMPUS es más un proyecto de integración que de desarrollo. Lo que se pretende es conseguir reunir un conjunto de herramientas que sean útiles para el aprendizaje. Así, cada universidad aporta al proyecto un conjunto de utilidades de forma que estén a disposición de cualquier otra institución. Para ello, cada herramienta se distribuye bajo una licencia de código abierto y con un conjunto de modificaciones que aseguren su fácil integración en cualquier plataforma educativa. Para asegurar que sea así, es requisito que todas las herramientas puedan funcionar de forma integrada dentro de las plataformas *moodle* y *sakai*<sup>2</sup>.

Desde una perspectiva tecnológica, el software desarrollado se basa en un sistema central y en un conjunto de módulos o herramientas desarrollados aparte y de forma independiente del sistema central. La comunicación entre el sistema central y cada módulo se lleva a cabo únicamente mediante llamadas basadas en las especificaciones OKI OSIDs [10]. Cada módulo es responsable de gestionar tanto la funcionalidad

---

<sup>2</sup> Moodle (<http://www.moodle.org>) y Sakai (<http://www.sakaiproject.org>) son las plataformas de e-learning de código abierto más difundidas en la actualidad.

como la información específica de éste. El sistema central puede usar como base las plataformas *Moodle* o *Sakai*, ya que el proyecto asegura la compatibilidad de ambas plataformas con OKI.

Con todo ello, se espera que, con un coste razonable, cualquier herramienta de aprendizaje ya desarrollada pueda ser integrada dentro de las plataformas de aprendizaje más comunes.

A nivel funcional, CAMPUS es una solución pensada para la formación virtual que contempla las funcionalidades habituales de un LMS (*Learning Management System*) pero que además ofrece módulos que pueden ser ejecutados e integrados dentro de las plataformas moodle y sakai y aportan valor añadido respecto a la funcionalidad ofrecida por dichas plataformas. En concreto, añaden funcionalidades no presentes en moodle y sakai o son herramientas similares pero con orientaciones pedagógicas distintas, o bien aportan cualquier otro tipo de valor diferencial.

## 2 Organización del proyecto

A menudo, la organización y el tipo de relación establecida entre los agentes integrantes de un proyecto marcan y determinan muchas de las decisiones, riesgos y resultados del mismo. Por ello, es importante dar ciertos datos sobre la estructura y organización del proyecto.

Los miembros del proyecto son básicamente universidades y entes públicos que ejercen los roles de desarrollador, observador y financiero. El presupuesto del proyecto gira alrededor de los tres millones de euros en gran medida financiados por la Generalitat de Catalunya.

No se ha constituido ninguna entidad jurídica que represente al proyecto, por lo que cada universidad es la responsable legal, quien mantiene y se responsabiliza de la evolución de sus herramientas.

La gestión del proyecto se realiza mediante un entorno de desarrollo de proyectos Gforge [12]; en concreto, se utiliza el entorno de desarrollo y promoción de proyectos de código abierto *La Farga* [8]. Un entorno de este tipo ofrece un conjunto de herramientas útiles para gestionar proyectos. Por ejemplo, listas de distribución, foros de debate, wiki, área de ficheros y herramienta de control de versiones, entre otras.

El proyecto se estructura en once grupos de trabajo, cada uno con un conjunto de universidades implicadas. Los grupos son:

1. Análisis de usuarios y estructuración de perfiles.
2. Desarrollo de maquetas y test de interfaces según criterios de usabilidad y diseño centrado en el usuario.
3. Diseño del sistema central y seguridad.
4. Descripción de subsistemas.
5. Desarrollo del sistema central y de seguridad.
6. Desarrollo de los subsistemas.
7. Piloto de uso.
8. Obertura a la comunidad de software libre.
9. Marco legal y comunidad.
10. Difusión y obertura del proyecto.

#### 4 Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración

11. Metodología, control de calidad y gestión de riesgos.

### 3 Diseño centrado en el usuario

En CAMPUS, el diseño centrado en el usuario toma forma en un estudio para identificar y analizar los perfiles de los usuarios potenciales del sistema, con el objetivo de obtener una visión global de los diferentes actores que interactúan con el entorno de aprendizaje, así como de los escenarios y necesidades específicas de cada uno de ellos.

La segmentación y el análisis de perfiles permiten determinar en detalle los requerimientos de funcionalidad del sistema y el diseño apropiado de las interfaces.

Para ello, cada universidad proporciona datos sociodemográficos y académicos de estudiantes y profesores y se realizan entrevistas en profundidad y *focus groups* a estos usuarios, para conseguir datos cuantitativos y cualitativos de los perfiles potenciales del sistema.

La metodología utilizada es la siguiente: a cada perfil se le asignan unos personajes ficticios con identidad y fotografía, estatus, metas y tareas, competencias y expectativas. Con ello se transmite una idea rápida de qué es cada perfil y qué necesita. Por otra parte, se definen un conjunto de escenarios donde cada escenario incluye: un contexto, actores, objetivos o metas, secuencia de eventos y resultados. Para cada escenario se describen las acciones necesarias a fin de poder ejecutar las tareas y/o los comportamientos esperados en una situación concreta. Finalmente se describen las necesidades del nuevo Campus Virtual desde el punto de vista de cada perfil.

Por último, se ha creado una guía que sirve como norma de usabilidad y accesibilidad aplicable transversalmente a todo el proyecto. Todas las herramientas y pantallas del proyecto han sido validadas por expertos y evaluadas en un laboratorio de usabilidad<sup>3</sup>.

### 4 Arquitectura e interoperabilidad

En los últimos años se viene produciendo una evolución de los productos de e-learning hacia los *frameworks*<sup>4</sup> de e-learning. La mayoría de productos no sólo ofrecen cierta funcionalidad sino que permiten ampliarla añadiendo nuevos módulos, reprogramar o adaptar ciertas partes o acceder a una API<sup>5</sup> de programación. *Moodle*, por ejemplo, ofrece toda una API para programar nuevas actividades o cambiar

---

<sup>3</sup> Un laboratorio de usabilidad es un entorno donde un conjunto de expertos analizan y recogen datos sobre una muestra significativa de usuarios, que interactúan con una herramienta informática.

<sup>4</sup> Un *framework* es un producto que expone datos y ciertos mecanismos para poder ser modificado y/o ampliado.

<sup>5</sup> De *Application Programming Interface*. Una librería de rutinas informáticas que permite extender un sistema o acceder a ciertos datos.

ciertos comportamientos como el sistema de autenticación. En un entorno cambiante y diverso como el del e-learning, las ventajas de un framework respecto a un producto son evidentes.

Dada la gran madurez y larga trayectoria de los entornos de e-learning existentes, en el proyecto CAMPUS no se plantea el desarrollo de un nuevo producto sino la construcción de un sistema de conectores que permitan la integración de nuevas funcionalidades y módulos en los productos o *frameworks* ya existentes (Fig. 1).

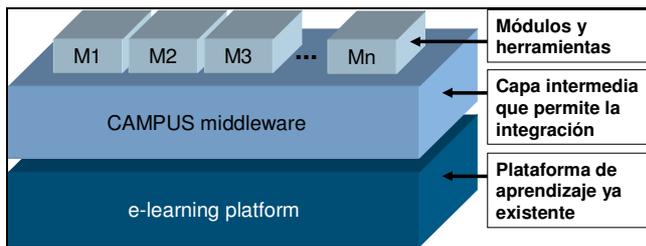


Fig. 1. Arquitectura por capas del proyecto CAMPUS.

Para hacerlo posible se apuesta claramente por el uso de estándares abiertos que definan los puntos de integración de los módulos entre sí y con los sistemas de e-learning usados como base.

#### 4.1 Estándares para la interoperabilidad

Históricamente las infraestructuras tecnológicas de los centros de enseñanza han sido muy heterogéneas y dependientes de productos concretos. Ello ha perjudicado la interoperabilidad entre organizaciones e incluso dentro de una misma organización.

Por todo ello tanto el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), a través de la iniciativa OKI (*Open Knowledge Initiative*) [7][6], como IMS (*IMS Global Learning Consortium*) [5], a través de los grupos de trabajo de IAF (*IMS Abstract Framework*) [3] y TI (*IMS Tools Interoperability*) [4], han creado una serie de especificaciones con el propósito de fomentar la interoperabilidad y la adaptabilidad de los sistemas.

IAF son especificaciones abstractas que definen los componentes necesarios para construir un framework de e-learning genérico, de forma que pueda interactuar con otros sistemas que sigan las mismas especificaciones e intercambiar, contenidos, herramientas e información.

En IAF un sistema de e-learning se describe como un conjunto de servicios o APIs que deberían ofrecer la funcionalidad necesaria para permitir la formación y el aprendizaje por medios telemáticos.

A grandes rasgos, se puede decir que en un entorno de e-learning hay dos tipos de servicios o componentes:

**Servicios comunes:** Servicios que son básicos para dar cobertura a otros servicios de más alto nivel. Cabe notar que estos servicios no son exclusivos de entornos educativos sino que lo son de la mayoría de sistema informático. Un ejemplo de servicio común podría ser la autenticación de usuarios.

## 6 Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración

**Servicios educativos:** Son servicios de más alto nivel y realizan tareas especializadas del ámbito educativo. Pueden ser complejos y agrupar otros servicios, sean comunes o educativos, para realizar una determinada tarea. Un ejemplo podría ser una gestión de cursos o el cálculo de puntuaciones.

Las especificaciones OKI OSIDs [10] son especificaciones de carácter formal que definen cómo construir un sistema de e-learning y cuales son los servicios que debería tener. OSID (*Open Service Interface Definition*) son cada una de las interfaz de servicios desarrolladas por OKI. Cada interfaz detalla cuál es la funcionalidad que cada servicio ofrece. OKI describe muchos de los servicios que están presentes en la mayoría de entornos de aprendizaje.

La diferencia entre IAF y OKI es que IAF describe cuales son los servicios mientras que OKI detalla como utilizarlos y con qué restricciones. Se puede decir que IAF es una guía para el desarrollo mientras que OKI es una propuesta concreta de desarrollo. El proyecto CAMPUS adopta el enfoque OKI por ser una propuesta concreta de desarrollo pero también cumple con IAF dado que los OKI OSIDs utilizados coinciden con los servicios propuestos por IAF.

La especificación TI describe la manera de integrar una aplicación ya existente e independiente dentro de una plataforma de e-learning cualquiera. CAMPUS se nutre de los conceptos de TI para implementar el servicio de instalación de aplicaciones.

### 4.2 Servicios básicos de CAMPUS

CAMPUS se basa en una arquitectura orientada a servicios (*Service Oriented Architecture* - SOA). Así pues, los módulos o herramientas CAMPUS dialogan con la plataforma de base usando un conjunto de servicios básicos.

Los criterios para decidir cuales deberían ser estos servicios básicos son los siguientes:

- Los mínimos.
- Que estén definidos tanto por IAF como por OKI.
- Los indispensables para poder hacer funcionar el sistema (autenticación y autorización).
- Los que permiten administrar el sistema como si de un único producto se tratara (seguimiento, internacionalización, configuración e instalación).

Por lo tanto las herramientas desarrolladas e integradas al proyecto CAMPUS se comunican con la plataforma de base usando seis servicios como máximo: autenticación, autorización, seguimiento, internacionalización, configuración e instalación.

El servicio de **autenticación** permite registrar un nuevo usuario en el sistema o saber si un usuario está conectado a él. Es un servicio indispensable en cualquier programa informático con registro de usuarios.

El servicio de **autorización** permite saber si un usuario está autorizado para acceder a una funcionalidad o recurso. Es indispensable en cualquier sistema donde los usuarios desempeñan distintos roles.

El servicio de **seguimiento** permite almacenar datos de la actividad que realizan los programas. Es de gran utilidad para saber qué está pasando dentro de un sistema y como está funcionando.

El servicio de **internacionalización** permite cambiar el idioma de un programa o añadir nuevos idiomas.

El servicio de **configuración** permite crear o cambiar los parámetros de configuración de una aplicación informática.

El servicio de **instalación** permite añadir una nueva herramienta al sistema.

### 4.3 Arquitectura

Entonces, ¿cómo pueden las herramientas usar los servicios y éstos interactuar con la plataforma de base? La mejor manera de verlo es pensar en un sistema de bloques o piezas que se acoplan entre sí (Fig. 2). Cada pieza es una caja opaca que desarrolla una actividad dentro de sus límites e invisible para los demás. Así, cada módulo tiene su propia arquitectura interna y tecnología más apropiada para resolver su lógica de negocio.

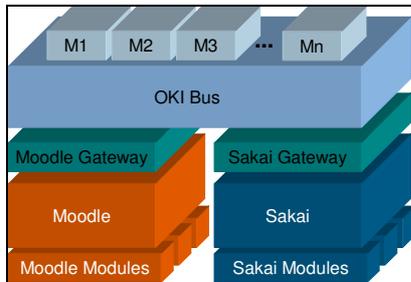


Fig. 2. Arquitectura por capas.

Los módulos se conectan al sistema usando los servicios de base que hacen de puente y enlace. A su vez, una plataforma de aprendizaje que quiera usar los módulos debe disponer de un *OKI Gateway*. Un *OKI gateway* es una pieza de software que traduce las peticiones de los servicios de base que utilizan los módulos a llamadas a las API de la propia plataforma. Cada plataforma tiene el suyo. En la Fig. 2 se aprecia el *OKI moodle gateway* (para la plataforma moodle) y el *OKI sakai gateway* (para la plataforma Sakai). Para integrar una nueva plataforma debe implementarse el correspondiente *OKI gateway*.

Una última pieza a tener en cuenta es el llamado *OKIBus*. Este componente es una capa intermedia que resuelve toda la problemática relacionada con la comunicación entre aplicaciones. Es decir, hasta el momento se ha descrito como hacer que tanto módulos como plataforma de base hablen un mismo lenguaje y puedan entenderse, pero... ¿que pasa si los interlocutores están a mucha distancia y no pueden oírse? ¿Y si en la sala hay mucho ruido? La capa *OKIBus* resuelve lo equivalente a este tipo de problemas: protocolos de comunicación, comunicación remota, medidas de optimización del rendimiento, aumento en la calidad de la comunicación, etc.

## 8 Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración

### 5 Portafolio de aplicaciones

CAMPUS ofrece un portafolio de aplicaciones que dan valor añadido al proyecto y que son aportaciones de las distintas universidades. Algunas de estas herramientas llevan ya funcionando con éxito en cada universidad y han sido aportadas al proyecto en base a su éxito y solidez, otras ofrecen un valor añadido por ser innovadoras, otras ofrecen funcionalidades específicas o cubren metodologías pedagógicas concretas, en definitiva, hay que ver el proyecto CAMPUS como un conjunto de aplicaciones que cubren una necesidad específica en el ámbito del e-learning y que pueden ser integradas sobre las plataformas de aprendizaje más comunes.

A continuación se detallan algunas de las aplicaciones más interesantes del portafolio:

**Live e-learning:** Es un sistema de soporte al e-learning basado en tecnología multicast mediante la emisión de audio y vídeo, todo en tiempo real. Permite la emisión y grabación de sesiones multicast de clases magistrales de los profesores. Se emite la voz y el vídeo del profesor y el escritorio del su PC con la aplicación que esté activa en ese momento.

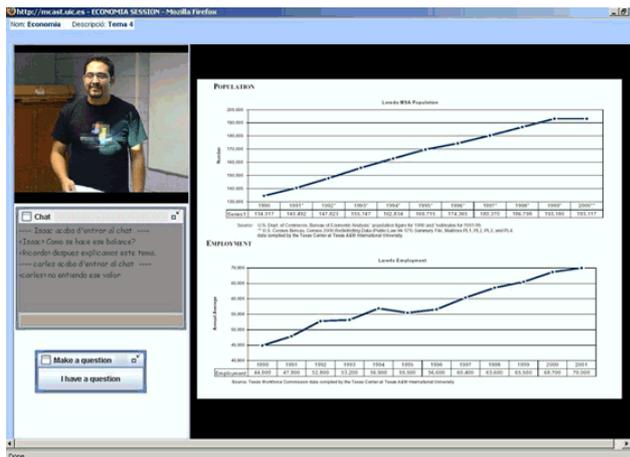


Fig. 3. Herramienta Live e-learning en funcionamiento.

**Mensajería interna:** Módulo de mensajería interna para los usuarios de un campus.

**Correo electrónico externo – Webmail:** Gestor de correo electrónico web. Permite el intercambio y la gestión de mensajes tanto internos como externos. Se trata de un proyecto de integración de la conocida herramienta de gestión de correo *Zimbra* [14].

*NOTA. No se pretende que las dos herramientas anteriores coexistan en una misma implantación de CAMPUS, sino que lo que se espera es que en función de las necesidades se use una u otra. Si se requiere mail externo se optará por webmail pero sino con la mensajería interna sería suficiente.*

**Herramientas de Evaluación e informe de resultados (QTI):** Sistema basado en el estándar QTI de IMS que usa XML para describir la estructura de datos de preguntas e informes de resultados. Permite crear preguntas y exámenes online, compartirlos mediante la especificación QTI y personalizar su apariencia. Se trata de un proyecto de integración de la herramienta Quaders Virtuals [15] y de la extensión del motor de cálculo para incorporar estadísticas y gráficos avanzados a partir de los datos de *Results Reporting* de QTI.

**Corrección automática de problemas:** La corrección automática de problemas es un entorno virtual de soporte a la docencia el cual consiste en la asignación, corrección y evaluación de problemas de forma personalizada para cada alumno. A diferencia de la aplicación QTI, esta herramienta está pensada para problemas con una resolución compleja como, problemas matemáticos, algoritmos de programación, o diagramaje. Es un proyecto de integración de la herramienta ACME [1].

**Entornos Virtuales 3D:** El espacio virtual 3D más conocido es *SecondLife* [13] pero hay otras herramientas que permiten crear y interactuar con mundos 3D y que son totalmente gratuitas [9]. La herramienta desarrollada, se integra en un aula de un campus virtual y permite a los usuarios del aula acceder, mediante un avatar<sup>6</sup> personalizado, a un espacio virtual donde ver y manipular objetos 3D creados por el profesor. Se trata de un proyecto de integración de la herramienta de libre distribución *Croquet* [11].



Fig. 4. Entorno 3D Croquet y algunas de sus posibilidades.

**Seguimiento del contenido docente (SCORM):** El sistema de gestión y distribución de contenidos docentes en SCORM permite a la plataforma importar, exportar y visualizar materiales de aprendizaje que cumplan con las especificaciones SCORM

<sup>6</sup> Un avatar es un muñeco 3D que representa al usuario. El usuario puede moverse y interactuar con el mundo 3D mediante este muñeco.

## 10 Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración

2004. El sistema permite almacenar datos de seguimiento usando una API AJAX y admite estrategias de secuenciación de contenidos.

**Portafolio del estudiante:** El portafolio electrónico es un sistema que permite a los alumnos presentar evidencias a los profesores para demostrar su progreso en la consecución de competencias. Se trata de un proceso iterativo donde el profesor va comentando los trabajos de los alumnos y estos pueden mejorarlos.

**Bookmarks:** Tiene por objetivo facilitar a los usuarios el acceso a páginas clave de dentro de la propia plataforma o fuera de ella, en Internet. Aporta como novedad la capacidad de compartir, participar y etiquetar, lo que hace de ella una herramienta de personalización y colaboración.

**Wikis, blogs y podcast:** A pesar de que estas herramientas ya están muy difundidas actualmente, de que cada plataforma tiene las suyas y de que muchas veces su elección corresponde a preferencias personales, se ha decidido incluirlas como ejemplo de la facilidad de integración que ofrece CAMPUS.

**RSS Móvil/TV:** El RSS Mobil/TV es un sistema que permite recibir o consultar información del entorno campus en diferentes dispositivos, como pueden ser dispositivos de mano (PDA, Teléfonos, etc) o de salón (TV). El sistema se basa en las tecnologías de sindicación RSS.

## 6 Conclusiones y trabajos futuros

La fecha de finalización de este proyecto es también un inicio. El compromiso es abrir todos los desarrollos a la comunidad en forma de proyecto de código abierto. Por ello, el éxito del proyecto se medirá por el uso que la comunidad haga de estos productos y componentes. Se han invertido muchos esfuerzos en conseguir que lo desarrollado sea de interés para la comunidad educativa, así como para disponer de una estructura suficientemente modular que facilite que cada cual puede usar estrictamente lo que le es de interés.

La estructura del proyecto, con muchos actores involucrados, ha ayudado enormemente a este fin. Cada universidad involucrada ya disponía de experiencia en enseñanza virtual y de su propia plataforma de aprendizaje con herramientas realmente interesantes. Algunas universidades tienen una orientación muy clara hacia los productos de libre distribución como Moodle o Sakai, otras disponen de sus propias plataformas de aprendizaje. Conseguir un diseño de la solución compatible con los intereses de todos y que sea, además, interesante para la comunidad educativa en general, no ha sido fácil.

Otro factor importante es la voluntad de tener una proyección internacional. Para ello, desde el principio se ha apostado por los estándares abiertos y por integrar todo lo posible y respetar las líneas de trabajo y los objetivos de todos. En este sentido, los mecanismos de integración con las plataformas Moodle y Sakai han sido planteados y discutidos con responsables de estos proyectos. Se ha trabajado estrechamente con

el grupo de trabajo OKI del MIT para convertir el proyecto en una implementación de referencia de sus especificaciones y se ha incentivado la incorporación de estándares educativos en las herramientas y módulos del proyecto.

Los planes futuros son potenciar el uso de los componentes del proyecto, arrancar un conjunto de pruebas piloto para validar los desarrollos y buscar más financiación para seguir trabajando conjuntamente.

La UOC tiene el compromiso de basar su Campus Virtual en estos componentes y seguir la arquitectura y los principios marcados por el proyecto. Durante el 2008 la universidad trabajará para integrar la solución. Por otra parte, muchas de las universidades implicadas, tienen interés en trabajar en la evolución de las herramientas y en integrarlas a sus organizaciones.

## Referencias

1. Departamento de Informática y Matemática Aplicada - UDG. Evaluación Continuada y Mejora de la Enseñanza. <http://acme.udg.edu/es/>
2. Free Software Foundation (1996). La Definición de Software Libre. Disponible en <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
3. IMS Global Learning Consortium (2003). IMS Abstract Framework: White Paper. Disponible en <http://www.imsglobal.org/af/index.html>
4. IMS Global Learning Consortium (2006). IMS Tools Interoperability Guidelines. Disponible en <http://www.imsglobal.org/ti/index.html>
5. IMS Global Learning Consortium. <http://www.imsproject.org/>
6. Kumar, V., Merriman, J., Thorne, S. . Open Knowledge Initiative Final Report. <http://www.okiproject.org/filegmt/visit.php?lid=44>
7. Open Knowledge Initiative. <http://www.okiproject.org>
8. Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la Informació (STSI). La Farga. <http://www.lafarga.org/>
9. Smith, D., Kay, A. (2003). Croquet – A Collaboration System Architecture. Disponible en <http://www.croquetconsortium.org>
10. Thorne, S., Kahn, J. (2006). O.K.I. Architectural Concepts. Disponible en <http://www.okiproject.org>
11. Wikipedia. Croquet Project. [http://en.wikipedia.org/wiki/Croquet\\_project](http://en.wikipedia.org/wiki/Croquet_project)
12. Wikipedia. GForge. <http://en.wikipedia.org/wiki/GForge>
13. Wikipedia. Second Life. <http://en.wikipedia.org/wiki/SecondLife>
14. Wikipedia. Zimbra. <http://en.wikipedia.org/wiki/Zimbra>
15. Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya (XTEC). Quaderns Virtuals. [http://clic.xtec.cat/qv\\_web/es/index.htm](http://clic.xtec.cat/qv_web/es/index.htm)