

Implantación de un Campus Virtual de Grandes Dimensiones: el Campus Virtual de la UCM

Alfredo Fernández-Valmayor, Ana María Fernández-Pampillón, Carmen Fernández-Chamizo,
Antonio Navarro Jesús Cristóbal

Title—Deployment of a Large Virtual Campus: the UCM Virtual Campus

Abstract—The utility of Information and Communication Technologies (ICTs) has promoted the success of virtual campuses. This success has increased the number and complexity of virtual campuses worldwide. The Universidad Complutense de Madrid (UCM) is a big university with a fragmented organizational model, and with a heterogeneous acceptance degree of ICTs. The fast and wide use of the UCM Virtual Campus in the academic activity of the university is a sign of the success of the model of virtual campus implemented. This paper describes this model, the results of its implementation and the contributions with respect to other models.

Index terms—Educational Technology, Courseware, Electronic learning.

I. INTRODUCCIÓN

EL uso de las *Tecnologías de la Información y la Comunicación* (TIC) en educación ha beneficiado a la comunidad educativa durante años. Dicho uso, conocido actualmente como *e-learning* [1], se ha convertido en un factor clave para el éxito de las universidades [2, 3, 4]. Así, las universidades tradicionales están evolucionando total o parcialmente hacia *universidades virtuales* [5]. Este término engloba tanto a universidades que no ofrecen clases presenciales, como aquellas universidades presenciales que ofrecen material educativo en formato electrónico.

Dicha situación ha promovido la aparición de *Campus Virtuales* (CV): una metáfora para la enseñanza electrónica, investigación y aprendizaje creada por la convergencia de distintas tecnologías como internet, la web, video, conferencia, multimedia y otros [1].

En la actualidad los campus virtuales engloban tanto tareas centradas en la docencia e investigación como aquellas centradas en los procesos de gestión universitaria [5, 6, 7, 8]. Sin embargo, en este artículo los campus

virtuales se consideran simplemente como espacios de trabajo académico creados en Internet, que dan soporte a las actividades de enseñanza y aprendizaje [9].

En general, el modelo organizativo de campus virtual está definido por la institución que lo utiliza. Dicha institución describe, básicamente, cuáles son los objetivos estratégicos, la estructura organizativa y los servicios del campus así como el tipo de integración con el resto de sistemas de información de la institución [5, 7].

La *Universidad Complutense de Madrid* (UCM) es una universidad con una larga tradición. Fue fundada en 1499, y actualmente es la universidad presencial más grande de España. En el año académico 2009-10 contaba con 86.000 estudiantes y más de 6.400 profesores [10]. Las 26 Facultades y Escuelas Universitarias de la UCM imparten 118 programas oficiales y 66 programas doctorales. Además de las facultades, en la UCM existen otros centros (institutos universitarios, centros adscritos, escuelas profesionales, universidad de mayores, etc.) que también imparten docencia. Todos los centros tienen una gran autonomía administrativa y funcional, lo que confiere a la UCM un carácter muy fragmentado.

En el curso 2003-04 se implantó el *Campus Virtual de la UCM* (CV UCM) [11]. En ese momento, el uso educativo de las TIC en los centros era desigual y dependía en gran medida de las políticas de cada centro o de los conocimientos del profesorado. Para la implantación, se utilizó un modelo centrado en el profesor que considera el CV como una herramienta de apoyo a la actividad académica del profesor, y que éste puede utilizar de forma autónoma, abierta y voluntaria. El resultado fue que, a finales de junio de 2009 más de 68.000 estudiantes y 5.300 profesores formaban parte del CV UCM.

Implantar un campus virtual es un reto para cualquier universidad, pero especialmente para aquellas que: (i) tienen un tamaño grande; (ii) están basadas en un modelo de organización fragmentado; (iii) tienen poca experiencia en el uso de las TIC; y (iv) imparten una enseñanza presencial basada, en gran medida, en pedagogías tradicionales [5]. La UCM es una universidad que, a pesar de estas características, ha implantado de forma satisfactoria un CV.

Este artículo describe el modelo de CV utilizado con el objetivo de que pueda servir como referencia a otras instituciones educativas que deban afrontar el reto de crear un CV de grandes dimensiones y capaz de adaptarse a múltiples formas de enseñar y aprender. Así, la Sección II detalla el modelo y cada uno de sus elementos básicos: la organización, los servicios y la arquitectura software. La Sección III presenta los resultados que constatan la adecuación del modelo a la UCM. La Sección IV presenta una breve discusión en la que se compara el modelo,

A. Fernández-Valmayor colabora con el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la UCM, Madrid (e-mail: valmayor@fdi.ucm.es).

A. Fernández-Pampillón trabaja en el Área de Lingüística General de la UCM, Madrid (e-mail: apampi@filol.ucm.es).

C. Fernández-Chamizo trabaja en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la UCM, Madrid (e-mail: carmen@sip.ucm.es).

A. Navarro trabaja en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la UCM, Madrid (teléfono: +34 91 394 76 39; fax: +34 91 394 75 47; e-mail: anavarro@fdi.ucm.es).

J. Cristóbal trabaja en la Oficina del Campus Virtual UCM, Madrid (e-mail: jcristobal@pas.ucm.es).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente.

centrado en el profesor, del CV UCM con otros modelos de CV utilizados. En la Sección V se resumen los aspectos que se consideran claves en la implantación satisfactoria de un CV centrado en el profesor. Finalmente, la Sección VI presenta las conclusiones y el trabajo futuro de este largo proyecto.

II. EL MODELO DEL CV UCM

El objetivo principal del CV UCM es apoyar al profesor. Esta aproximación estratégica es novedosa, puesto que, en la bibliografía, lo habitual es considerar al estudiante, o a la institución como centro del diseño del modelo de CV, con el propósito de favorecer la aplicación de modelos didácticos centrados en el estudiante.

La UCM considera que el verdadero motor de la actividad académica es el profesor y, en consecuencia, el CV debe facilitar el trabajo docente, investigador y de gestión académica. El profesor, o el equipo de profesores, es el responsable de los procesos docentes, de la planificación del proceso de aprendizaje de los alumnos, y de las sinergias educación-investigación. El alumno, por su parte, se integra en el CV a través del profesor, que es quien le apoya y guía en el aprendizaje. El alumno, así, se beneficia de la disponibilidad de un recurso de aprendizaje más que podrá usar de manera más o menos autónoma dependiendo del modelo pedagógico elegido por sus profesores.

Para que el CV facilite el desarrollo de las actividades académicas con espacios virtuales de trabajo flexibles creados y gestionados por los propios profesores, se ha diseñado una estructura organizativa, un conjunto de servicios y una arquitectura software que satisface los requisitos de un modelo orientado al profesor. Así:

- Los profesores participan de manera voluntaria en el CV UCM.
- La incorporación y uso del campus virtual debe ser responsabilidad directa del profesor.
- Los profesores deben disponer de una formación personalizada y continua en el uso de las TIC.
- El soporte al profesor debe ser inmediato y cercano mediante la creación de servicios de apoyo técnico y docente en los centros coordinados con la Oficina del CV.
- Se deben establecer mecanismos para recoger y analizar periódicamente la realimentación proporcionada por los profesores.
- Se debe desarrollar una estrategia de reconocimiento institucional al trabajo de los profesores en el CV.
- El CV UCM debe ser pedagógicamente neutro, de forma que no se imponga ningún modelo didáctico al profesor [12].

Conviene destacar que, aunque el objetivo del CV UCM sea el apoyo al profesor, esto no es óbice para que los modelos didácticos con los que se diseñan los espacios virtuales estén centrados en el estudiante para que sea éste sea copartícipe y responsable de su formación. Sin embargo, en última instancia es responsabilidad del profesor, como experto en la docencia de sus disciplinas, seleccionar el modelo didáctico que considere más adecuado.

En definitiva, el modelo del CV UCM se basa en una aproximación de abajo a arriba con el fin de

adaptar dinámicamente la organización, los servicios y la infraestructura informática a las necesidades de sus profesores.

A. Estructura Organizativa

En una universidad muy diversa, en la que se desea que el CV sea un instrumento versátil para los profesores, es imprescindible conocer lo que éstos necesitan. Para ello se ha creado una estructura organizativa ascendente que recoge las necesidades de cada tipo de enseñanza (planteadas directamente por los profesores en su propio centro) para, a partir de ellas, poder proponer cambios en los servicios y herramientas que constituyen el CV. Para una descripción en mayor profundidad se puede consultar [13]. Esta estructura integra y coordina todos los centros UCM, teniendo en cuenta que, debido al tamaño y organización histórica de la UCM, el profesor y el centro son el núcleo de las actividades y decisiones en materia de enseñanza e investigación. La estructura organizativa del CV UCM está formada por la Oficina de Campus Virtual, la Junta de Coordinadores de Centro y el Comité de Coordinación.

La *Oficina del Campus Virtual* es la unidad responsable del desarrollo y mantenimiento del CV UCM. Es una unidad mixta de personal técnico y docente. Las responsabilidades fundamentales de esta unidad son gestionar la arquitectura software del CV UCM, haciéndolo evolucionar según las necesidades de sus usuarios, y la formación relacionada con el CV UCM.

La *Junta de Coordinadores de Centro* es un elemento clave y característico del CV UCM. Está constituida por los coordinadores de todos los centros UCM. Los coordinadores de centro son profesores o investigadores con un especial interés en el CV y con una buena red de contactos en sus centros. Los coordinadores de centro constituyen el enlace entre la Oficina del Campus Virtual y el equipo de gobierno, departamentos, profesores y estudiantes del centro. Así, la responsabilidad fundamental de los coordinadores de centro es mediar entre cada profesor del centro y la oficina del CV UCM y difundir el CV UCM en cada centro.

El *Comité de Coordinación* está formado por un equipo de entre cinco y ocho coordinadores, cuatro de ellos son coordinadores de centro, uno por cada área científica, y el resto son profesores e investigadores expertos en *e-learning*. El Comité de Coordinación es elegido por la Junta de Coordinadores de Centro. Su responsabilidad fundamental es asesorar a la oficina del campus virtual y organizar eventos relacionados con el CV: talleres, conferencias, etc.

B. Servicios

El CV UCM se entiende como una extensión del campus presencial, utilizando las TIC para ofrecer recursos a profesores que faciliten la enseñanza, la investigación y la gestión académica y, a los alumnos, el aprendizaje y la comunicación. En este sentido, los servicios del CV UCM se orientan a la enseñanza mixta (presencial y virtual) y *b-learning* (presencial con virtual). Sin embargo, también se da soporte a cursos virtuales *e-learning* no presenciales o con una enseñanza presencial mínima. Los servicios se pueden clasificar, teniendo en cuenta el tipo de usuarios en:

- *Servicios para profesores y estudiantes.* Comprenden, básicamente, servicios proporcionados por los Sistemas de Gestión del Aprendizaje,

Learning Management Systems (LMS) que forman parte de la arquitectura software del CV UCM, como son, por ejemplo, la publicación de contenidos, evaluación y comunicación. Además, mediante una aplicación de integración de los LMS se facilita la gestión unificada de los cursos, usuarios y claves en cualquiera de los LMS utilizados de manera simultánea en el CV UCM. Los estudiantes tienen a su disposición únicamente los servicios LMS que el profesor habilita en los espacios virtuales. También disponen de un espacio virtual de coordinación a nivel de centro y, en algunos centros, disponen de espacios virtuales para tutorías personalizadas.

- *Servicios para los desarrolladores y administradores.* Básicamente están centrados en dar soporte a un campus virtual multiplataforma. Son proporcionados por una aplicación de desarrollo propio creada para ampliar las funciones administrativas de los LMS. Entre sus funciones podemos destacar las siguientes: (i) adaptar los servicios del LMS a las necesidades nuevas y específicas de los profesores (p.e. la necesidad de espacios virtuales compuestos de otros espacios simples); (ii) dar soporte a aquellos servicios no cubiertos por un LMS (p.e. dar de alta profesores externos a la universidad); (iii) probar LMS alternativos; y (iv) crear una interfaz transparente y uniforme para las tecnologías subyacentes.
- *Servicios para la integración con otros sistemas de la universidad.* Son servicios centrados, fundamentalmente, en el intercambio de datos con el almacén *datawarehouse* de la UCM.

C. Arquitectura Software

La arquitectura software del CV UCM es el conjunto de recursos informáticos que proporcionan los servicios que requieren sus usuarios, profesores, estudiantes y desarrolladores-administradores.

En sus orígenes, el CV UCM se implementó sobre una arquitectura centrada en un único LMS (*WebCT 4.1* [14]) y su funcionalidad se complementó con una aplicación de gestión de información construida en *PHP* (Fig. 1.a). Sin embargo, pronto se hizo patente que un modelo centrado en el profesor necesitaba una arquitectura software flexible que, manteniendo su simplicidad, permitiera realizar fácilmente los cambios que los profesores necesitaban los cambios impuestos por la permanente y rápida evolución tecnológica. En concreto, una de las cuestiones que motivó un nuevo planteamiento arquitectónico fue constatar que el conjunto de servicios que ofrecen los diferentes LMS no son siempre los mismos y que estas variaciones limitaban las posibilidades docentes. Así, por ejemplo, ciertos LMS no disponían de suficientes herramientas para el trabajo colaborativo, o de creación de espacios de almacenamiento privados y personales para los estudiantes, o de herramientas para la evaluación y seguimiento de grupos.

Asimismo, los LMS carecían de otros servicios y funciones necesarios para la docencia, como por ejemplo, la vídeo-conferencia, herramientas de autoría o la gestión de colecciones de recursos didácticos, que son resueltas por

otras aplicaciones o herramientas, externas a los LMS, y que denominamos *herramientas satélite*. Además, también era imprescindible adaptar los servicios del CV a los nuevos sistemas de información que incorporó la universidad. En definitiva, la arquitectura del CV debía evolucionar para integrar, de forma dinámica y transparente al usuario, múltiples LMS, herramientas satélites y otros sistemas de información.

Se optó por una arquitectura multicapa y multiplataforma (Fig. 1.b) que cumple los requisitos de flexibilidad, modularidad y mantenimiento simplificado [15], y que resuelve los inconvenientes de tener un único LMS [16]: dependencia de un único proveedor de servicios y la complementación de funciones antes mencionada.

La arquitectura multiplataforma *J2EE* [17] del CV UCM está formada por tres LMS: *WebCT 4.1*, *Moodle 1.9* [18] y *Sakai 2.8* [19] y por herramientas satélite como *Hot Potatoes* [20], *Respondus* [21] y *Adobe Connect* [22]. Dentro de estas herramientas cabe destacar los repositorios para colecciones especializadas de objetos de aprendizaje creados con una herramienta de desarrollo propio de la UCM denominada *Oda* [23].

La arquitectura multicapa, por su parte, organiza al CV UCM en cinco capas [15]: usuario, presentación, negocio, integración y recursos. La *capa de usuario* se centra en las personas o sistemas que acceden al CV. La *capa de presentación* facilita la gestión unificada y transparente al usuario de los espacios virtuales creados en diferentes LMS. Está formada por: (i) un conjunto de páginas web que muestran de forma integrada a los usuarios la lista de todos sus cursos o espacios virtuales con independencia del LMS de soporte; (ii) un conjunto de páginas web para la administración de claves, espacios virtuales y usuarios de los profesores; y (iii) las páginas web de los espacios virtuales servidas por los LMS. La *capa de negocio* implementa todos los procesos lógicos que se derivan de los requisitos de los usuarios del campus virtual. La *capa de integración* se encarga de mediar entre la capa de negocio y los distintos LMS y bases de datos, independizando la capa de negocio de sistemas externos. Finalmente, la *capa de recursos* está formada por todos los sistemas externos a la aplicación: la base de datos del CV UCM, los diversos LMS y sus bases de datos.

Esta arquitectura se ajusta al catálogo de patrones software para diseñar, de manera modular, aplicaciones empresariales de dimensión industrial, facilitando el mantenimiento y el desarrollo dinámico del CV UCM [15]. Sin embargo, este catálogo incluye más patrones de los que necesita el CV UCM por lo que, teniendo en cuenta factores como el escaso tiempo disponible para el desarrollo y la formación de los programadores, fue necesario limitarlos. Actualmente, el CV UCM utiliza un subconjunto básico de estos patrones para su implementación. Para una descripción más detallada de la infraestructura de ingeniería del software aplicada en el desarrollo y mantenimiento del CV UCM se puede consultar [24]. Para un análisis detallado de la arquitectura software del CV UCM y los patrones utilizados se puede consultar [25].

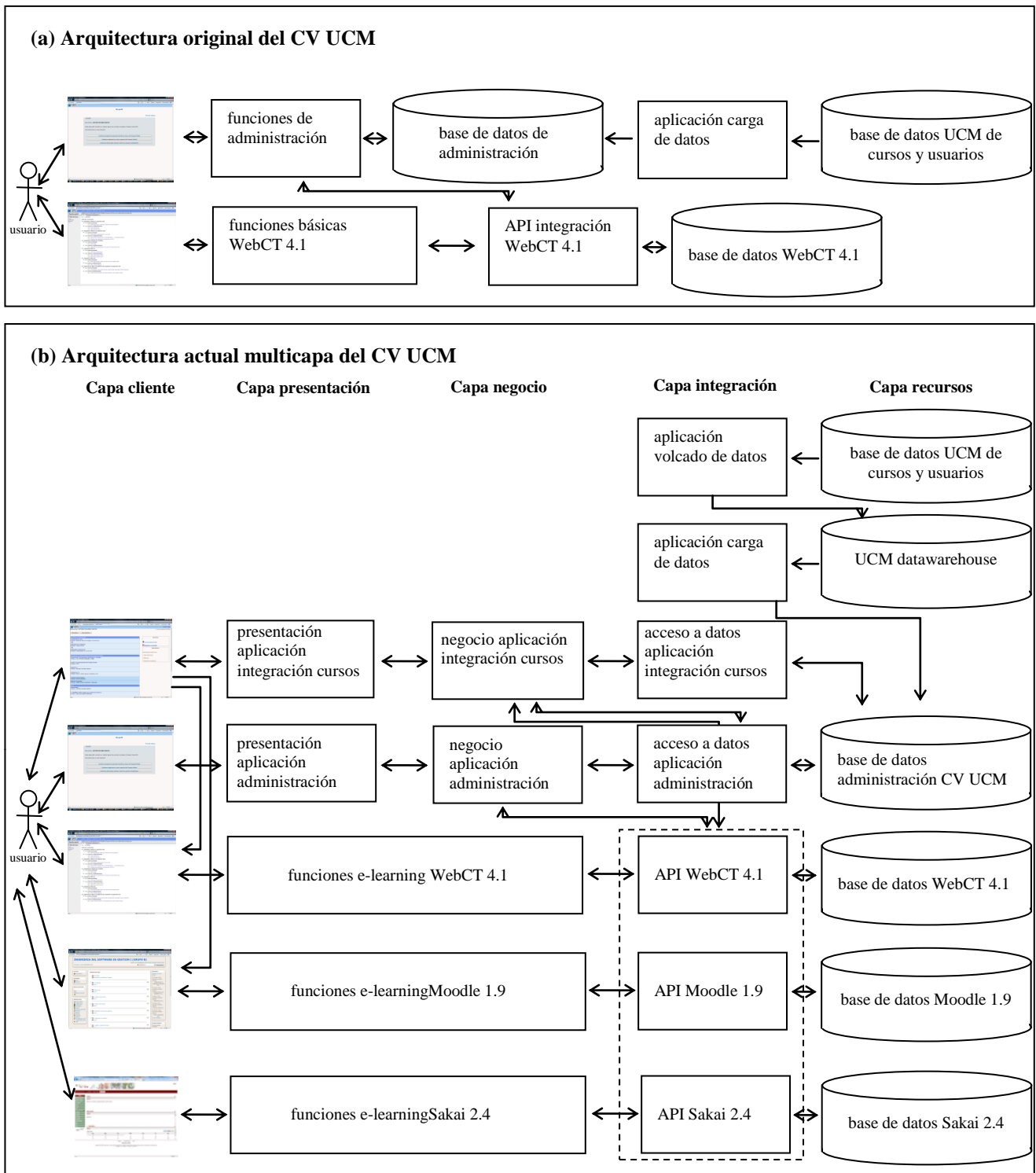


Fig.1. (a) Arquitectura software original del CV UCM; (b) Arquitectura software actual del CV UCM .

III. RESULTADOS DE LA IMPLANTACIÓN DEL MODELO DE CV UCM

Desde la concepción del CV UCM, nuestro grupo de investigación ha participado en su creación y gestión. El CV UCM comenzó como un proyecto experimental con 200 profesores voluntarios en el curso 2003-04. Desde entonces su aceptación y uso ha crecido de forma considerable tal y como se puede comprobar en la Fig. 2. Esta figura muestra gráficamente la evolución en cifras del CV UCM. Pueden distinguirse dos etapas. La etapa de implantación se caracteriza por el crecimiento continuo en el número de

usuarios (profesores y alumnos), cursos y conexiones por mes. Comienza en el año 2003 con la creación experimental del CV y se alarga hasta el año 2009. A partir de esta fecha, comienza una segunda etapa, caracterizada por las cifras de uso prácticamente estables. Es la etapa actual, en la que el CV UCM es una herramienta plenamente incorporada en la rutina académica del profesor UCM.

Para la interpretación de estos datos conviene tener en cuenta que, en el modelo de CV UCM, la inscripción y uso del CV es voluntario. En este sentido, las cifras indican que: (i) el CV UCM se ha implantado de forma paulatina, en un periodo de seis años suficientemente largo como para

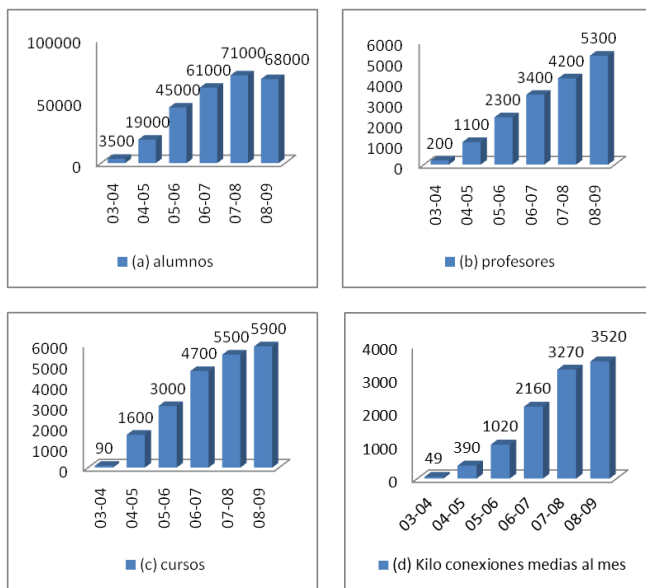


Fig. 2. Evolución en cifras del CV UCM.

considerar que su uso es estable, más allá de la inicial fascinación tecnológica o los usos de prueba de carácter esporádico; y (ii) su implantación es muy amplia, tanto por el número de usuarios (79% de los alumnos y el 75,5% de los profesores en el curso 2008-09) y cursos creados en el CV, como por el número medio de conexiones por mes.

Otros indicadores de éxito del modelo de CV UCM se pueden encontrar en las actas de las seis jornadas del CV UCM, que se celebran una vez al año y que describen la actividad del profesor y de los estudiantes en el CV (se pueden consultar en la página web del CV UCM [11]), y en la encuesta sobre uso y valoración del CV UCM realizada sobre una muestra de 286 profesores del CV [26]. Sin entrar en un análisis cualitativo profundo de los contenidos de las actas, que sobrepasa los objetivos de este trabajo, de su lectura se puede constatar que: (i) el uso del CV es, primordialmente, didáctico aunque existe un número cada vez mayor de experiencias en gestión académica (ej. coordinación de másteres, doctorados, equipos de trabajo, proyectos, páginas web de congresos, páginas personales, etc.) y en investigación (ej., nuevas herramientas *e-learning*, modelos cognitivos de aprendizaje, modelos de comunicación en medios electrónicos, psicología, etc.);(ii) el grado de satisfacción en el uso del CV UCM crece o se mantiene. Se observa que, en más de un 70% de los casos los usuarios están satisfechos o muy satisfechos con el CV UCM a pesar de que reconocen que aumenta el tiempo de dedicación a la docencia; (iii) se utilizan una amplia gama de modelos y metodologías didácticas; (iv) una parte importante de las experiencias de uso están directamente relacionadas con proyectos de innovación educativa y mejora de la calidad de la docencia; y (v) los espacios virtuales evolucionan con la experiencia del profesor: desde espacios virtuales estáticos, concebidos para la publicación de información (ej. programa de la asignatura, las listas de calificaciones, apuntes y presentaciones), hasta espacios virtuales interactivos y colaborativos que son verdaderas aulas virtuales en las que se crean y publican recursos didácticos, se discute, se consulta, se trabaja en grupo y se

evalúa y controla el rendimiento del alumno. Los profesores más experimentados son los que crean nuevos usos y espacios virtuales, solicitando a su coordinador o a la Oficina del CV, la incorporación o adaptación de herramientas. Aparecen, entonces, espacios virtuales que, por ejemplo, incorporan aplicaciones y modelos de la Web 2.0 como *SecondLife* [27], repositorios de objetos de aprendizaje (ej. [28]), métodos de aprendizaje cooperativo y constructivo (ej. [29]), simuladores (ej. [30]), etc. El CV UCM se convierte así, en un conjunto de espacios virtuales didácticos, de investigación, de gestión, de experimentación que cambian dinámicamente con la experiencia del profesor y con la necesidad de mejorar la calidad de la docencia y la investigación.

En definitiva, los resultados recogidos demuestran que el modelo de CV UCM ha permitido la implantación con éxito de un CV abierto y dinámico que, actualmente, está plenamente integrado en la vida académica universitaria de la UCM.

IV. DISCUSIÓN

El modelo del CV UCM es un modelo nuevo, tanto en su planteamiento institucional, como tecnológico y didáctico. Es, además, un modelo que ha demostrado ser adecuado para una universidad compleja, por su tamaño, descentralización y diversidad. Dentro del panorama universitario se distingue de otras aproximaciones por su apertura a la diversidad y la innovación.

A lo largo de los años, cada institución ha diseñado su modelo de CV dependiendo, entre otros factores, de los objetivos institucionales, la infraestructura organizativa y de funcionamiento de la institución, los recursos tecnológicos y de personal y el contexto social, político y económico de la institución [5, 7, 31]. Para comparar los modelos de CV universitarios se puede considerar un planteamiento en tres dimensiones: la institucional, la tecnológica y la didáctica. Estas dimensiones se encuentran en diversas propuestas como los estudios de Epper y Garn [7], el análisis y evaluación de los proyectos *e-learning* de Kahn [32], o el modelo para la toma de decisiones acerca de sistemas *e-learning* de McGraw [33].

La *dimensión institucional* de un CV recoge el papel del CV dentro de la institución: los objetivos, la estructura organizativa, las normas de funcionamiento, la estrategia de uso del CV, la estrategia de formación y apoyo al usuario. La *dimensión tecnológica*, por su parte, incluye la definición de la arquitectura del CV, el soporte informático y de comunicaciones y el personal necesario para su implantación y mantenimiento. Finalmente, la *dimensión didáctica* se refiere a la definición del tipo de participación de los usuarios (profesores y alumnos), las metodologías didácticas que se van a preferir y las políticas de valoración y promoción del uso del CV.

Teniendo en cuenta estas dimensiones, se pueden distinguir tres modelos de CV: (i) centrado en la tecnología; (ii) centrado en la institución; y (iii) centrados en los usuarios, estudiantes o profesores.

El *modelo de CV centrado en la tecnología* ha sido descrito, entre otros autores, por Romiszowski [31] y Guri-Rosenblit [2]. Este modelo da prioridad a la tecnología frente a las otras dos dimensiones, por ejemplo, al LMS que

normalmente es de desarrollo propio, la infraestructura informática y al personal de desarrollo y soporte. Es un modelo muy cuestionado porque requiere una alta inversión económica en desarrollo y mantenimiento informático y obtiene resultados académicos poco satisfactorios debidos, probablemente, a la escasa reflexión sobre los propósitos y funciones didácticas del CV.

El *modelo de CV centrado en la institución* prioriza los objetivos económicos o político-sociales de la institución. Frecuentemente, se trata de CV que pertenecen a universidades, y que ofrecen portales de servicios en línea para la educación superior donde el alumno es el cliente y el profesor es el empleado [34, 35]. La arquitectura, el diseño de los cursos y el papel del profesor forma parte de un modelo de gestión empresarial orientada a estudiantes con dedicación a tiempo parcial. En estos campus, la calidad de los contenidos de los cursos y la atención del profesorado al alumno es alta, pero los diseños predefinidos de aprendizaje son rígidos y es difícil su mejora y evolución dinámica para adaptarse a la experiencia del profesor o a las necesidades diversas de los estudiantes.

El *modelo de CV centrado en el estudiante* es el más extendido y tiene como objetivo básico construir un sistema flexible al servicio de éste que asegure la continuidad de su formación a lo largo de toda la vida. Es un modelo muy extendido en los países anglosajones y suele darse en universidades con enseñanza mixta [7, 36, 37]. A diferencia de los anteriores modelos, el CV no es el objetivo de los intereses de la institución, ni existe una inversión excesiva en el desarrollo de una tecnología para el campus. El CV se diseña de forma centralizada priorizando la accesibilidad de los cursos, el aprendizaje personalizado y la fidelización del estudiante. El papel del profesor, sin embargo, es el de tutor-animador, con pocas posibilidades de desarrollar todo su potencial y el de los espacios virtuales que utiliza lo que limita la mejora didáctica y la innovación.

Finalmente, el modelo del CV UCM es, a diferencia de los anteriores, un modelo centrado en el profesor que tiene como objetivo prioritario servir de apoyo al trabajo del profesor en todas sus facetas, docente, investigadora y de gestión académica. Es un modelo novedoso, puesto que, en el momento de su creación, julio de 2003, no existían otros antecedentes documentados; incluso en la actualidad, los autores de este trabajo no han encontrado referencias a modelos similares. Es, a diferencia de los anteriores, un modelo abierto y dinámico capaz de incluir la diversidad de modelos didácticos, facilitar la colaboración en cualquier actividad académica, apoyar la creación de nuevas formas cada vez mejores de enseñar y aprender, y favorecer la sinergia entre investigación y educación.

V. LECCIONES APRENDIDAS

Esta sección resume los aspectos que se consideran claves para la implantación con éxito de un campus virtual centrado en el profesor que trata de conservar la diversidad y la innovación educativa. Constituyen las lecciones aprendidas durante ocho años e incluyen tanto los factores de éxito como los puntos a mejorar.

A. Factores de Éxito

Pueden ser considerados factores de éxito del CV UCM:

- Considerar a profesores y centros como los responsables de los procesos de enseñanza.
- Considerar a los profesores como los responsables de determinar la forma de utilizar el campus virtual.
- La participación voluntaria en el campus virtual.
- Facilitar a los profesores la implantación del modelo de enseñanza elegido por ellos.
- La gestión por parte de los profesores de los espacios de trabajo.
- Proporcionar apoyo directo al trabajo del profesor en el campus virtual.
- La estructura organizativa de abajo a arriba, basada en los coordinadores de centro.
- La existencia de la Junta de Coordinadores de Centro y el Comité de Coordinación que permite adaptar el campus virtual a las necesidades de los usuarios.
- La formación exhaustiva a todos los niveles.
- La posibilidad de disponer de espacios de trabajo públicos y privados.
- La existencia de espacios de trabajo para enseñanza, gestión e investigación.
- La presencia de personal mixto, docente y técnico en la Oficina del CV UCM.
- La recopilación y diseminación regular de las experiencias del campus virtual.
- El uso de uno o varios LMS probados, en vez de basarse en desarrollos propios.
- La integración de más de un LMS, que permite satisfacer las necesidades de diversos usuarios.
- La integración con el resto de servicios de la universidad.
- La presencia de una arquitectura multicapa simplificada, que aúna una relativa simplicidad con las ventajas de modularidad y mantenimiento simplificado de dicha arquitectura.

B. Puntos a Mejorar

Los siguientes puntos pueden considerarse posibles mejoras en el CV UCM:

- La realización de evaluaciones regulares sobre la eficacia académica y tecnológica del CV.
- La realización de pruebas reales con herramientas alternativas.
- La integración completa y la coordinación con el resto de unidades responsables de los otros sistemas software de la universidad.
- La colaboración regular con otros campus virtuales para compartir e intercambiar experiencias.
- La gestión del riesgo.
- El estudio y corrección en caso necesario de la accesibilidad del CV para las personas con necesidades especiales.
- El acceso multilingüe.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Este artículo describe la implantación de un nuevo modelo de CV, los resultados obtenidos, la diferencia con otras aproximaciones, las aportaciones y los aspectos claves

para su implantación, mantenimiento, uso y evolución en una universidad de grandes dimensiones, descentralizada, de carácter presencial, con una enorme variedad de modelos y métodos didácticos y poca experiencia en el uso de las TIC para la enseñanza. El modelo propuesto es un modelo centrado en el profesor que permite: (i) recoger la idiosincrasia de una universidad compleja; (ii) incluir la diversidad de modelos didácticos existentes; (iii) buscar y crear nuevas formas de enseñanza y aprendizaje cada vez mejores; (iv) colaborar en la gestión docente; y (v) favorecer la sinergia entre investigación y docencia.

Los resultados cuantitativos de uso del CV UCM muestran un amplio y estable nivel de aceptación del nuevo modelo de CV entre los profesores y alumnos, lo que puede considerarse un indicador del éxito del modelo. Las opiniones y experiencias documentadas de los profesores del CV demuestran un progresivo grado de madurez y una continua innovación en el uso del campus virtual, tanto por la incorporación de esta herramienta educativa en la rutina académica como por los numerosos proyectos de innovación que están basados en el uso del CV.

La estructura organizativa del modelo de CV ha demostrado, durante los ocho años de funcionamiento, responder a las necesidades técnicas, institucionales, de los estudiantes y, especialmente, de los profesores. Los servicios del CV se extienden más allá de los servicios básicos de los LMS y se actualizan regularmente para satisfacer la diversidad y la innovación didáctica. A este respecto, el CV UCM ha tenido una significativa evolución en su arquitectura software, pasando de ser un CV basado en una única plataforma, a ser un CV multiplataforma y multicapa. El uso de una arquitectura multicapa simplificada ha favorecido la construcción de un CV abierto y preparado para soportar la evolución. Sin embargo, a pesar de que la arquitectura actual favorece el mantenimiento, la necesidad de una arquitectura multiplataforma con diversos LMS complica el mantenimiento. En este momento, pues, parece aconsejable una evolución hacia una *arquitectura orientada a servicios* (SOA) [38] que ha demostrado, en otros CV, mejorar el mantenimiento [16, 39].

El trabajo futuro, por lo tanto, debe abordar, además de los puntos débiles identificados sobre la evaluación y accesibilidad del CV UCM, el estudio y diseño de una nueva arquitectura de campus virtual basada en servicios web. Actualmente, está ya en marcha un proyecto para construir CV independientes de los LMS subyacentes con el objetivo de lograr que los CV sean capaces de evolucionar e innovarse al ritmo que demandan los profesores, que son, en última instancia, los agentes responsables e impulsores de la docencia e investigación universitarias.

AGRADECIMIENTOS

El Ministerio de Ciencia e Innovación (proyectos TIN2009-14317-C03-01 y TIN2010-21288-C02-01), y la Universidad Complutense de Madrid (Grupos 921340 y 930074) han financiado este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Learning Systems Architecture Lab: Carnegie Mellon LSAL. *CORDRA: Technical Introduction and Overview*, 2004.
- [2] S. Guri-Rosenblit, "Eight Paradoxes in the Implementation Process of E-learning in Higher Education", *Higher Education Policy*, vol. 18, pp. 5-29 2005.
- [3] Instructional Technology Council, ITC, 2008 *Distance Education Survey Results*, <http://www.itcnetwork.org/file.php?file=%2F1%2FITCAnnualSurveyMarch2009Final.pdf>, 2009.
- [4] J. Uceda, y S. Barro. (eds.). *Evolución de las TICs en el Sistema Universitario Español 2006-2010* <http://www.crue.org/export/sites/Crue/Publicaciones/Documentos/Universitit/UNIVERSITIT2010.pdf>, 2010.
- [5] PLS RAMBOLL, *Management for the European Commission Studies in the Context of the E-learning Initiative: Virtual Models of European Universities*, http://www.elearningeuropa.info/extras/pdf/virtual_models.pdf, 2004.
- [6] D.H. Allison, y P.B. DeBlois, "EDUCAUSE Current Issues Committee. Current IT Issues Survey Report, 2008", *EDUCAUSE Quarterly*, vol. 31, <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/eqm0823.pdf>, 2008.
- [7] Epper, R.M., Garn, M., "The Virtual University in America: Lessons from Research and Experience", *EDUCAUSE Centre for Applied Research (ECAR) Research Bulletin*, 2004(2) <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0402.pdf>, 2004.
- [8] K.C.Green, *The 2005 National Survey of Information Technology in U.S. Higher Education: Growing Campus Concern about IT Security; Slow Progress on IT Disaster Planning, The Campus Computing Project*, <http://www.campuscomputing.net>, 2005.
- [9] J.M. Yábar, J. Hernández, P. López, y J. Castellá, "The UAB Virtual Campus: An Essential Platform for a European Higher Education Environment", *Journal of Cases on Information Technology* 9(2): 37-48, 2007.
- [10] *Universidad Complutense de Madrid*, <http://www.ucm.es>
- [11] *Campus Virtual Universidad Complutense de Madrid*, <http://www.ucm.es/campusvirtual>
- [12] D.E. Leidner, y S.L. Jarvenpaa, "The use of information technology to enhance management school education: a theoretical view", *MIS Quarterly*, vol. 19, pp. 265-291, 1995.
- [13] A. Fernández-Valmayor, J. Cristóbal, A. Navarro, A. Fernández-Pampillón, J. Merino, M. Peralta, y Y Roldán, "El Campus Virtual de la Universidad Complutense de Madrid", *Pixel-Bit* 32, pp. 55-65, marzo 2008.
- [14] *WebCT* <http://en.wikipedia.org/wiki/WebCT>
- [15] D. Alur, J. Crupi, y D. Malks, *Core J2EE Patterns: Best Practices and Design Strategies* (2nd Edition), Prentice Hall / Sun Microsystems Press, 2003.
- [16] A. Navarro, J. Cristóbal, A. Fernández-Valmayor, C. Fernández, H. Hernanz, S. Guillomía, and F. Buendía, "Towards a New Generation of Virtual Campuses", in *Proceedings of the Sixth Advanced International Conference on Telecommunications*, Barcelona, 2010.
- [17] J.L. Weaver, K. Mukhar, K. y J.P. Crume, *Beginning J2EE 1.4: From Novice to Professional*, Apress, 2004.
- [18] W. Rice, *Moodle 1.9 E-Learning Course Development: A Complete Guide to Successful Learning Using Moodle*, Packt Publishing, 2008.
- [19] A. Berg, y M. Koruscka, *The Official Sakai Handbook: Creating Content, Installing, and Using the Open Source Learning Management System*, John Wiley and Sons, 2009.
- [20] *Hot Potatoes* website <http://hotpot.uvic.ca/>
- [21] *Respondus* website <http://www.respondus.com/>
- [22] Adobe Connect <http://www.adobe.com/es/products/connect/>
- [23] J.L. Sierra, A. Fernández-Valmayor, M. Guinea, y H. Hernanz, "From Research Resources to Learning Objects: Process Model and Virtualization Experiences", *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 9, pp. 28-37, 2006.
- [24] J. Cristóbal, J. Merino, A. Navarro, M. Peralta, Y Roldán, y R.M. Silveira, "Software engineering infrastructure in a large virtual campus", *Interactive Technology and Smart Education*, vol. 8, 2011. En prensa.
- [25] A. Navarro, J. Cristóbal, C. Fernández-Chamizo y A. Fernández-Valmayor. Architecture of a Multiplatform Virtual Campus. *Software: Practice and Experience*. En prensa.
- [26] E. Rodríguez, J.G. Morcillo, M.D. Carrasco, D. Carabantes, D. Reyero, A. García, L. Plangger, M.A. Gutiérrez, y L. Salinero, "Uso y valoración del Campus Virtual por parte del profesorado de la UCM", *V Jornada Campus Virtual UCM: Buenas prácticas e indicios de calidad*, pp.316-323, Editorial Complutense, 2009.
- [27] M. Rymaszewski, W.J. Au, C. Ondrejka y R. Platel, *Second Life: The Official Guide* (2nd edition), John Wiley & Sons, 2008.
- [28] M. Guinea, D. Ávila y N. García Arias. Construcción de Objetos de Aprendizaje y Experiencias Docentes. *En Campus Virtual UCM 5. Buenas prácticas e indicios de calidad*, pp. 8-14, Editorial Complutense, 2009.
- [29] C. López, A. Fernández-Pampillón y E. de Miguel. La construcción del conocimiento en el Campus Virtual. Análisis de una experiencia

de trabajo colaborativo. *IV Jornada Campus Virtual UCM. Experiencias en el campus virtual y resultados*. Editorial Complutense, pp.97-104, 2008" http://eprints.ucm.es/7773/1/ACTAS_campusvirtual.pdf"

- [30] J.A. Lopez-Orozco y B. Andrés-Toro. Laboratorio Virtual para las asignaturas de Ingeniería de Sistemas y Automática en Ingeniería Electrónica. *V Jornadas de Enseñanza a través de Internet Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática*, EIWISA'2007 (CEA), en el CEDI 2007, Zaragoza, España, 2007.
- [31] A. Romiszowski, "How's the E-learning Baby? Factors Leading to Success or Failure of an Educational Technology Innovation", *Educational Technology*, vol. 44, pp. 5-27, http://www.itslifejimbunotasweknowit.org.uk/files/elearning_failu_re_study-romiszowsky.pdf, 2004.
- [32] B.H. Khan, "Learning Features in an Open, Flexible and Distributed Environment", *AACE Journal*, vol. 13, pp. 137-153, http://asianvu.com/digital-library/elearning/Learning_Features_in_Open_Learning_Badrul_Khan.pdf, 2005.
- [33] K.L. McGraw, "E-Learning Strategy Equals Infrastructure", *Learning Circuits*, https://www.astd.org/LC/2001/0601_mcgraw.htm, 2001.
- [34] S. D'Antoni (ed.), *The Virtual University Models and messages Lessons: from case studies*, UNESCO, <http://www.unesco.org/iiep/virtualuniversity/home.php>, 2003.
- [35] T. Anderson, y F.Elloumi, *Theory and Practice of Online Learning*, Athabasca University, http://cde.athabascau.ca/online_book, 2004.
- [36] *HEFCE 2005/12, HEFCE strategy for e-learning: policy development*, http://www.hefce.ac.uk/pubs/hefce/2005/05_12/05_12.pdf, 2005.
- [37] S. McKnight, "Changing the Mindset: From Traditional On-Campus and Distance Education to Online Teaching and Learning" en H. Ching, P. Poon, y C.McNaught, C. (eds.), *eLearning and Digital Publishing. Computer Supported Cooperative Work Series*, 2006, Volume 33, Part One, 45-67, Springer Netherlands, 2006.
- [38] T. Erl, *SOA Principles of Service Design*, Prentice-Hall, 2008.
- [39] F. Santanach, J. Casamajó, P. Casado, y M. Alier, "Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración", en *IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables*, Bilbao, 2007.



Alfredo Fernández-Valmayor es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid y ha sido profesor Titular de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid desde 1993 a 2010. También ha sido Asesor del Vicerrectorado de Innovación y Espacio Europeo de Educación Superior y Director del Campus Virtual de esta Universidad desde 2003 a 2010. En el área de e-learning sus áreas de investigación se centran en el uso de los lenguajes

de marcado en la educación, estándares educativos y desarrollo de herramientas para creación de recursos educativos -objetos de aprendizaje- en sistemas basados en la web.



Ana Mª Fernández-Pampillón es licenciada en Ciencias Físicas y Doctora en Filología (Lingüística Computacional) de la Universidad Complutense de Madrid. Es profesora de la especialidad de Lingüística Computacional en el Área departamental de Lingüística General de Universidad Complutense de Madrid. Su investigación se enmarca en las áreas de lexicografía computacional y su aplicación al e-learning. Fue Profesora de Apoyo Docente de la Oficina del Campus Virtual de la UCM desde 2003 a 2006. Actualmente es Vicedecana de Tecnologías en la Facultad de Filología y miembro del Comité de Coordinación del Campus Virtual UCM.



Carmen Fernández Chamizo es Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid (1978) y Doctora por la misma universidad (1984). Actualmente es catedrática de Lenguajes y Sistemas Informáticos en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la Universidad Complutense de Madrid. Ha sido Decana de la Facultad de Informática (1998-2006) y Vicerrectora de Informática y Comunicaciones (2007-2011). Sus áreas de interés en investigación se centran en el e-learning, los sistemas basados en conocimiento y el razonamiento basado en casos.



Antonio Navarrón nació en Madrid (España) en 1973. Licenciado en Ciencias Matemáticas desde el año 1996 y Doctor en Ciencias Matemáticas desde el año 2002, actualmente es Profesor Titular de Universidad miembro del Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la Universidad Complutense de Madrid. Sus áreas de investigación dentro de la ingeniería del software se centran en el modelado de software, arquitecturas de integración de aplicaciones y desarrollo dirigido por modelos. En el área del e-learning sus áreas de investigación se centran en arquitecturas de campus virtuales y de herramientas asociadas a dichos sistemas.



Jesús Cristóbal Barrios nació en Segovia (España) en 1964. Licenciado en Informática en la Universidad Politécnica de Madrid, Master en Investigación en Informática por la Universidad Complutense. Comenzó su actividad profesional en 1986 en la empresa Cabitel (grupo Telefónica) como Responsable del Área de Desarrollo. En 1990 se incorpora como desarrollador a los Servicios Informáticos de la Universidad Complutense. Desde 2003 participa como Jefe de Proyecto en la creación del Campus Virtual de esta Universidad. En la actualidad desarrolla su tesis sobre la aplicación de patrones pedagógicos en entornos e-learning.