

Integración de Tecnologías Dinámicas en un Aula Virtual

Juan J. Alcaraz

Departamento de Tecnologías de
la Información y las Telecomunicaciones
Plaza Hospital, 1, 30202, Cartagena (Murcia)
Email: juan.alcaraz@upct.es

Rosa Cervantes Laurero

Departamento de Tecnologías de
la Información y las Telecomunicaciones
Plaza Hospital, 1, 30202, Cartagena (Murcia)
Email: rosacerlau@gmail.com

Resumen—Este artículo presenta y describe una herramienta de formación vía web cuyo principal factor de innovación consiste en la incorporación de un interfaz completo en *Flash* para interactuar con los alumnos. *Flash* se ha convertido en un estándar *de facto* para la generación de contenidos multimedia y, en general, de gran impacto visual en el entorno web. La plataforma desarrollada sigue un diseño centrado en el usuario, y es por tanto visual e intuitiva. Esta sencillez oculta la complejidad que supone la interacción de múltiples tecnologías (*Flash*, PHP, *ActionScript*, SQL, CSS, etc) necesarias para hacer posible la generación de contenidos dinámicos en *Flash* ó HTML, adaptados al usuario, bien a partir de la interacción con el mismo, o con la base de datos sobre la que se sustenta el sistema. En el artículo se explica la estructura de dicha base de datos y la interacción de los distintos módulos con ella. La aplicación consta de tres entornos diferentes: administrador, alumno y profesor, y ofrece amplio rango de funcionalidades, que incluyen, entre otras: vídeo *streaming* con conversión automática del formato de codificación; intercambio bidireccional de contenidos entre profesores y alumnos; elaboración, realización y corrección de exámenes; aleatorización del orden en las preguntas y respuestas de los exámenes; programación de los mismos para una fecha y una duración determinadas; gestión de contenidos y usuarios y control de acceso.

I. INTRODUCCIÓN

La educación actual se encuentra inmersa en un proceso de cambio y adaptación a las denominadas nuevas tecnologías. De todas ellas, Internet, y las tecnologías web y multimedia asociadas, destacan especialmente por su gran impacto tanto en los distintos ámbitos de la sociedad en general (difusión de la información, relaciones personales, ocio, etc), como en la formación en particular.

Como resultado de este proceso de adaptación de la enseñanza al potencial de Internet, surgen los llamados “Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje (EVE-A)” o *Learning Management Systems* (LMS) [1], aplicaciones que permiten gestionar la actividad docente en línea, dotando a los distintos perfiles de usuarios: alumnos, profesores y administradores u organizadores, de todos los elementos necesarios para intercambiar archivos, acceder a los materiales didácticos y de consulta, implantar un sistema de seguimiento y evaluación, así como facilitar las comunicaciones de todo tipo entre los miembros que constituyen el “aula virtual”.

Hasta el momento se han desarrollado numerosas aplicaciones para dar un soporte integrado al proceso de enseñanza-

aprendizaje a través de Internet. En este sentido es especialmente destacable la irrupción de la plataforma *Moodle*, ([2]) en los últimos años, cuyo rápido éxito se debe, entre diversos motivos, a que se trata de una herramienta desarrollada bajo el paradigma de “código libre”.

Por otra parte, se observa en Internet una rápida evolución en el grado de dinamismo e interactividad de sus contenidos. El relativamente sencillo hipertexto de los comienzos de la web ha dado paso progresivamente a páginas que incorporan animaciones, vídeos y contenidos que se adaptan dinámicamente a las acciones de cada usuario. Esto ha sido posible gracias al desarrollo de múltiples tecnologías como *Flash*, PHP, MySQL, *JavaScript*, *ActionScript*, etc, que se integran entre sí y que permiten ofrecer al usuario mayor interactividad y diversidad en los recursos a través de una única aplicación: su navegador web.

El trabajo presentado en este artículo consiste en el desarrollo de un entorno web de aula virtual basado en la integración de tecnologías multimedia, contenidos dinámicos y gestión de bases de datos. El objetivo fundamental es desarrollar una plataforma de formación que explote la potencialidad de los aspectos gráficos, dando como resultado una aplicación visualmente atractiva, muy intuitiva y que al mismo tiempo sea funcional y dinámica en sus contenidos. La herramienta desarrollada cubre, por tanto, un segmento distinto a las herramientas existentes hasta el momento, orientadas fundamentalmente a las funcionalidades (foros, chat, planificación de tareas, etc). En cualquier caso, la herramienta presentada es flexible y puede incorporar este tipo de funcionalidades en la medida que la tecnología *Flash*, con la que se implementa el entorno de usuario, sea capaz de integrarlas.

La contribución más importante del trabajo realizado consiste, por tanto, en la innovación que supone el aplicar las tecnologías de generación de contenidos dinámicos, especialmente *Flash*, a un entorno de aula virtual. Esto implica integrar *Flash* con otras tecnologías necesarias para aportar las funcionalidades características de una aplicación docente, como la gestión de base de datos para administrar contenidos y usuarios, acceso restringido y personalización del entorno, realización y corrección de exámenes e intercambio de archivos, entre otras. Por su parte, *Flash* aporta su potencialidad gráfica, aprovechada, entre otras cosas, para ofrecer *video streaming*.

El resultado es una herramienta fundamentalmente visual e intuitiva desde el punto de vista del usuario alumno y funcional desde el punto de vista de gestión.

El resto del artículo está organizado como se explica a continuación. La sección II detalla los objetivos con los que se desarrolla la plataforma. La sección III aporta una breve descripción de las tecnologías integradas en la herramienta de formación. En la sección IV se explican cómo son los entornos que presenta la herramienta para cada tipo de usuario (alumno, profesor y administrador). Los aspectos relativos a la implementación se abordan en la sección V sin entrar en un excesivo grado de detalle. Finalmente, la sección VI resume las conclusiones de este trabajo y plantea posibles ampliaciones a corto y medio plazo.

II. ESPECIFICACIÓN DE LA PLATAFORMA

En este apartado se detallan los objetivos que persigue la herramienta de formación presentada. Su principal componente de innovación consiste en la integración de una interfaz implementada *Flash*, que constituye el entorno del alumno, y en el que se ofrecen distintas posibilidades, destacando el *video streaming*, intercambio bidireccional de archivos y la realización de exámenes en tiempo real. Se trata, por tanto, de un desarrollo centrado en el usuario.

La plataforma de enseñanza virtual desarrollada tiene como objetivo fundamental proporcionar los siguientes elementos:

- Una interfaz del usuario (o “*front-end*”), en la que los usuarios serán básicamente de tres tipos: profesores, alumnos y administradores del sistema, considerándolos de un modo independiente. Esta interfaz se basa en un navegador web, ya que los dos objetivos fundamentales que se han planteado a la hora de afrontar este proyecto han sido la simplicidad y la independencia de la plataforma utilizada. La interacción con administración y profesores se consigue a partir de HTML, y con los alumnos mediante *Flash*, utilizando PHP para la comunicación con la base de datos.
- Un módulo de enseñanza-aprendizaje (E-A) (o “*back-end*”): Se han de poder implementar en este entorno las prestaciones que se requieren para el óptimo desarrollo de los procesos de E-A. El módulo de E-A de la aplicación integra los siguientes servicios:
 - Datos de gestión: diseño lógico y físico de la base de datos e implementación de un sistema que permita, a los usuarios autorizados, acceder y administrar los mismos, en función de su “rol”.
 - Acceso restringido y personalizado: atendiendo al tipo de usuario y a su identificación única, tendrá acceso a determinada información cuando lo necesite.
 - Comunicación asíncrona básica: contenidos teóricos y prácticos, modificables por los profesores y disponibles para alumnos.
 - Comunicación asíncrona avanzada o multimedia (vídeo “*on-demand*”): visionado de un archivo directamente sin necesidad de descargarlo antes al ordenador. Se implementa la subida de archivos al

servidor y la posterior conversión al tipo requerido para poder ser visualizado.

- Realización y corrección de exámenes tipo test en tiempo real: la duración del examen es definida por el profesor; al concluir éste, se obtiene la nota automáticamente.
- Método para la obtención de calificación: teniendo en cuenta la nota de los alumnos en exámenes y prácticas, permite establecer una ponderación y calcular la calificación final.
- Preparación de una pasarela de pago o TPV para la matriculación en los cursos.

III. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INTEGRADAS EN LA PLATAFORMA

En esta sección se describen las tecnologías web empleadas para el desarrollo de la herramienta de formación web.

III-A. *Flash*

Flash es un formato de codificación de elementos gráficos, animación, texto, vídeo y sonido (multimedia) para su reproducción en un navegador web. Está orientado a crear diseños de gran impacto para los usuarios e incorpora funcionalidades de interactividad con el usuario gracias al lenguaje *ActionScript* que se explica más adelante.

El tamaño de sus archivos es muy pequeño, ya que utiliza en gran medida gráficos vectoriales. Este tipo de gráfico requiere mucha menos memoria y espacio de almacenamiento que las imágenes de mapa de bits, ya que se representan mediante fórmulas matemáticas en lugar de grandes conjuntos de datos. Las imágenes de mapa de bits son de un tamaño superior porque cada píxel requiere un fragmento de datos independiente que lo represente.

Para crear una aplicación en *Flash*, se crean gráficos con las herramientas de dibujo y se importan elementos multimedia adicionales al documento de *Flash*. Dichos documentos tienen la extensión de archivo .fla a partir del cual, se crea una versión comprimida, con la extensión .swf. A continuación, se puede utilizar *Flash Player* para reproducir el archivo SWF en un navegador web o como una aplicación independiente. Para más información relativa a *Flash*, existe una amplia bibliografía. La referencia [4] ofrece una descripción exhaustiva de sus funcionalidades.

III-B. *PHP*

PHP era el acrónimo de *Personal Home Page* cuando fue creado en 1994, pero como su utilidad y sus capacidades comenzaron a crecer, su significado cambió por el de *Hypertext Preprocessor*.

PHP es un lenguaje del lado del servidor, el código que se escribe reside en una máquina que sirve las páginas web a los navegadores. El servidor lee el código PHP y lo procesa de acuerdo con la dirección que se ha escrito. Es decir, que a partir de una serie de datos de entrada, PHP crea una página HTML determinada por dichos datos. Esto permite la generación de de páginas web dinámicas, habitualmente

en combinación con el motor de base datos MySQL, aunque cuenta con soporte nativo para otros motores, lo que amplía en gran medida sus posibilidades de conexión. Para más información véase [5].

III-C. SQL

El Lenguaje de Consulta Estructurado SQL (*Structured Query Language*) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones sobre las mismas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo lanzar consultas con el fin de recuperar información de interés de una base de datos, de una forma sencilla.

Cuando se necesita recuperar datos de la base de datos, se realiza la petición SQL. El sistema gestor de bases de datos la gestiona, recupera los datos y los devuelve. Este proceso de solicitar datos de la base de datos y de recibir los resultados se denomina consulta “*query*”, de ahí el nombre. Pero SQL no es sólo un lenguaje de consulta. Se trata de un lenguaje completo de gestión e interacción con un sistema de gestión de bases de datos.

III-D. JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, es decir, que no requiere compilación, con una sintaxis semejante a la del lenguaje *Java* y el lenguaje *C*.

JavaScript se combina con HTML, para realizar tareas y operaciones en el marco de la aplicación cliente, sin acceso a funciones del servidor. Este hecho puede suponer un problema, ya que si el navegador no soporta este lenguaje, no se podrán ejecutar las funciones programadas. *JavaScript* se ejecuta en el agente de usuario al mismo tiempo que las sentencias van descargándose junto con el código HTML.

III-E. ActionScript

ActionScript es un lenguaje de programación orientado a objetos (OOP), utilizado en aplicaciones web animadas realizadas en el entorno *Adobe Flash*, la tecnología de *Adobe* para añadir dinamismo al panorama web. Fue lanzado con la versión 4 de *Flash*, y desde entonces hasta ahora, ha ido ampliando progresivamente sus funcionalidades.

Los archivos .swf son compilados y comprimidos a partir de los archivos editables (en formato .fla) con los que el usuario trabaja en *Adobe Flash*. Están contruidos principalmente por dos elementos: objetos basados en vectores e imágenes. Las versiones más modernas también incorporan audio y vídeo (en formato *Flash Video* .flv) y multitud de formas diferentes de interacción con el usuario. Una vez creados, los ficheros SWF pueden ser ejecutados por el reproductor *Adobe Flash Player*, tanto en formato *plugin* de un navegador o como aplicación autónoma. Los contenidos esenciales de *ActionScript* están recogidos en [6].

III-F. MEncoder

MEncoder es un codificador de vídeo libre, liberado bajo licencia GPL que se incluye en el conocido reproductor para Linux y puede correr en la mayoría de las plataformas.



Figura 1. Página inicial de la aplicación.

Como *MEncoder* ha sido construido usando las fuentes del reproductor de vídeo *MPlayer*, integrado en el *plugin* de *Flash* para el navegador. éste codificador permite convertir todos los formatos que este reproductor es capaz de soportar. También permite copiar sin modificaciones tanto la cadena de vídeo, como la de sonido. Además soporta casi todos los filtros de *MPlayer*, y este último puede ser usado para visualizar su salida.

En la plataforma desarrollada, *MEncoder* permite la codificación de vídeo al formato *Flash Video* (.flv), necesaria para la visualización de *video streaming*.

IV. INTERFAZ DE USUARIO

En esta sección se hace una presentación de la interfaz gráfica de usuario, que podemos definir como el entorno y los métodos que facilitan la interacción del usuario con el sistema de teleformación a través de la utilización de un conjunto de imágenes y objetos pictóricos (iconos, ventanas, etc) además de texto. La implementación del mismo se describe en el siguiente capítulo.

Dado que existen tres tipos de usuarios, con funcionalidades muy diferentes, distinguimos tres tipos de acceso: administrador, alumnos y profesores. Los tres tipos de usuarios acceden desde una misma página de entrada, mostrada en la figura 1 y, en función de su autenticación, la plataforma les dará acceso al entorno correspondiente.

IV-A. Entorno de Administrador

En la página principal del entorno de administrador, aparecen en pantalla enlaces para gestionar las tres entidades principales del proyecto: alumnos, profesores y cursos.

Al entrar en el apartado de Alumnos, aparece el listado de todos los alumnos almacenados en la base de datos, ordenados alfabéticamente por apellido. No se muestran todos los campos, únicamente aquellos que son más útiles o más identificativos. Para ver toda la información referente a cada alumno, incluyendo los cursos en los que está matriculado, hay que pinchar sobre su DNI.

El administrador también puede modificar la base de datos de alumnos, insertando y eliminando alumnos tanto de la herramienta como de un curso en particular. Sin embargo estas no deben ser funcionalidades habituales, ya que en un funcionamiento normal serán los propios alumnos los que se darán de alta y de baja individualmente desde su interfaz.

La aplicación supervisa que todos los campos se rellenen adecuadamente para asegurar la integridad de la base de datos.

En el caso de los profesores y los cursos, sí que es tarea del administrador dar de alta a los mismos y vincular a los profesores con los cursos de los que es responsable.

IV-B. Profesores

Tras su correcta autenticación en la zona general, cada docente accede al listado de cursos que imparte, pudiendo así seleccionar cual quiere gestionar en ese momento. Cada profesor tiene un control completo de los cursos que imparte, y al acceder a cada uno de ellos se le ofrece el listado completo de posibles acciones a realizar sobre ese curso. A continuación se describen dichas acciones:

- **Descripción del curso.** En este apartado se muestran, a título informativo, los datos más relevantes que conciernen a la asignatura, como nombre, nomenclatura, precio, número de créditos, hora, fecha de matriculación, y observaciones de la misma.
- **Administración de contenido** Se distinguen dos partes. La primera es la referida a teoría, donde se presentan los contenidos teóricos de la asignatura, así como las operaciones a realizar con los mismos. La segunda parte de la administración de contenido, es la referida a la práctica del curso, donde se observan las mismas características que forman la parte de teoría.
Si se desea añadir un nuevo contenido, se debe acceder a otra ventana, donde el profesor rellenará la información requerida de dicho contenido y adjuntará el archivo correspondiente.
La principal diferencia entre contenido teórico y práctico, reside en que el teórico se compone de documentos y vídeos que se espera que el alumno descargue y asimile, mientras las prácticas son documentos con ejercicios propuestos, para los cuales el alumno debe enviar una solución en un plazo de tiempo.
Los vídeos que no sean FLV, se convierten de forma automática a este formato. Por lo tanto, hay que tener en cuenta un incierto tiempo de espera hasta que se termine de realizar la operación, que obviamente será mayor cuanto mayor sea el vídeo que se adjunta.
- **Modificar examen.** Al seleccionar esta opción, se muestra el listado de exámenes del curso, ordenados en función de su fecha. En este punto se puede eliminar, modificar, crear un nuevo examen y ver todas las preguntas que se han generado para dicha prueba, hasta ese momento.
- **Generar preguntas tipo test.** Con esta elección, se despliega un formulario donde el docente ha de introducir el enunciado de la pregunta y las respuestas asociadas que pueden ser entre dos y cuatro. Las posibles respuestas se aleatorizan cuando son presentadas al usuario.
- **Ver alumnos matriculados.** En esta sección se presentan los datos personales de los alumnos matriculados en el curso. Aquí no se ofrece la posibilidad de modificarlos, ni borrarlos, ya que es tarea de la administración.




Figura 2. Página de alta como nuevo alumno.

- **Asignar criterio de evaluación.** En este punto, el docente otorga a exámenes y prácticas su peso dentro de la calificación global del curso. Este peso se introduce como el porcentaje asociado a las prácticas realizadas por los alumnos, por lo que el porcentaje restante será el que corresponda a los exámenes. Por defecto es 50 %.
- **Soluciones prácticas recibidas.** En este apartado el profesor dispone de las soluciones enviadas por los alumnos, organizadas según el ejercicio práctico al cual responden, para así poder descargarlas y valorarlas.
- **Notas.** Al seleccionar esta opción, aparece un menú con las pestañas: nota de exámenes, nota de prácticas y nota global. Seleccionando cada una de ellas, se accede a las respectivas páginas que muestran las calificaciones de todos los alumnos en cada uno de los ámbitos mencionados. Dicho menú está visible en todas las páginas de notas, de modo que facilita las consultas.
Tanto la calificación de los exámenes como la global, son inmodificables ya que se obtienen sin la intervención del docente, de forma automática. Sin embargo, las prácticas sí son evaluadas y puntuadas por el profesor.
La nota global es el resultado de calcular las notas medias de los ejercicios prácticos y de los exámenes, y aplicarles su correspondiente ponderación dentro del curso.

IV-C. Alumnos

Los alumnos pueden acceder como usuario registrado, o registrarse, introduciendo sus datos si es la primera vez que acceden a la plataforma de formación, como se muestra en la figura 2.

La página principal del entorno de alumnos (figura 3) muestra todos los cursos en los que está matriculado, con los botones de acceso a los respectivos contenidos. Es en esta misma página, el estudiante puede auto-matricularse en los cursos activos en la herramienta, rellenando los campos

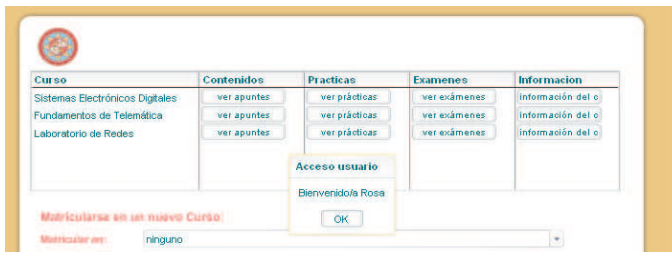


Figura 3. Entorno principal del alumno.

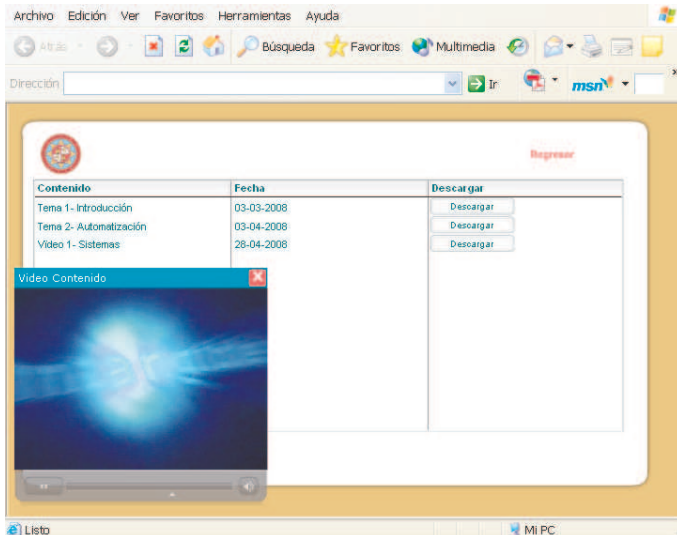


Figura 4. Lista de contenidos con video streaming.

especificados.

Los contenidos de los cursos se clasifican en teóricos, prácticos y exámenes; por consiguiente, se gestionan de modo independiente. Los componentes se explican a continuación:

- **Ver información del curso.** El alumno podrá consultar la información pertinente del curso que se está realizando. Entre esos datos nos encontramos con: nombre, créditos, nomenclatura, horas, de, duración, precio, fecha de inicio y las observaciones del profesor.
- **Ver apuntes.** En este apartado, del cual se muestra un ejemplo en la figura 4, el alumno puede descargarse los distintos documentos en los que se organiza el temario. También se pueden encontrar vídeo-tutoriales que el alumno puede ver on-line, de forma que no son necesarios códecs, ni contraseñas, únicamente se requiere instalar el *plugin* del navegador. De este modo se facilita el uso al alumno, y gracias al sistema de precarga en el *buffer* se aligera considerablemente la carga del servidor. Este método es el mismo utilizado por aplicaciones multimedia tan populares como “*YouTube*”.
- **Ver prácticas.** Las prácticas consisten en ejercicios o casos que el profesor deja propuestos, con un plazo de tiempo asociado para la realización y el envío de la solución. Una vez pasado este límite, el alumno pierde la oportunidad de enviar la respuesta, suspendiendo la

prueba.

- **Ver exámenes.** Cuando el alumno accede a la esta zona, encuentra toda la información pertinente acerca de los exámenes: fechas de realización, duración de los mismos y notas obtenidas. La prueba de evaluación consta de un cierto número de preguntas tipo test, asignadas de manera automática y aleatoria con la finalidad de que no existan coincidencias en el orden de las preguntas. Únicamente puede ser realizado en la fecha concertada por el profesor y tiene una duración limitada. Cuando la prueba finaliza, directamente aparece la calificación.

V. IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se describirá la estructura de la base de datos sobre la que se organiza toda la aplicación, como interaccionan con ella los distintos módulos que componen la herramienta y se comentará la implementación de ciertas funcionalidades de la herramienta.

V-A. Base de Datos

El servidor de base de datos empleado es MySQL. Se trata de un servidor de código abierto, rápido, estable y de fácil desarrollo. Almacena los datos estructurados en forma tablas relacionadas entre sí y admite consultas realizadas en lenguaje SQL.

En la base de datos, Se define como identidad cualquier tipo de objeto o concepto sobre el que se recoge información. Las entidades de la base de datos de esta aplicación son:

- Alumnos
- Cursos
- Prácticas
- Preguntas
- Profesores
- Exámenes
- Contenidos
- Respuestas

Las relaciones entre estas entidades vienen representadas por:

- Matricular (alumnos/ cursos)
- Impartir (profesores/cursos)
- CalificarPracticas (alumnos/practicas)
- CalificarExámenes (alumnos/exámenes)
- CalificarGlobal (alumnos/cursos)

La relación entre las entidades de toda la base de datos se resume en la figura 5.

En total, la base de datos de esta aplicación, consta de 13 tablas. Estas tablas, con sus identificadores y atributos que componen la base de datos se muestran en la figura 6.

Cada vez que es necesario una interacción con la base de datos MySQL, se utilizan sentencias SQL incrustadas en los documentos PHP. El sistema gestor de la base de datos procesa la petición SQL, recupera los datos y los devuelve. Si la consulta se efectúa desde *Flash*, la interacción es más compleja, como se explica a continuación.

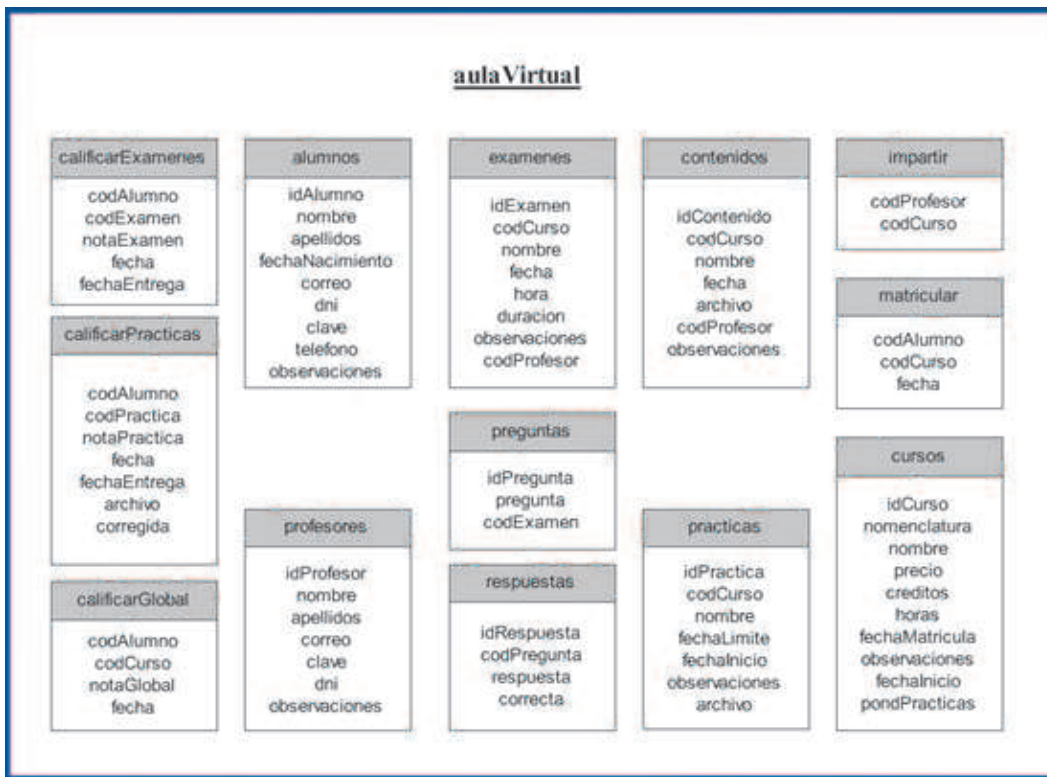


Figura 6. Tablas que componen la base de datos.

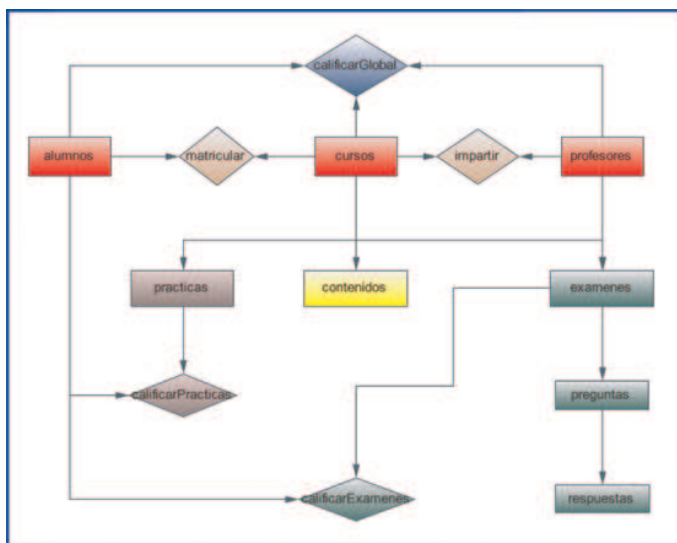


Figura 5. Relaciones en la base de datos.

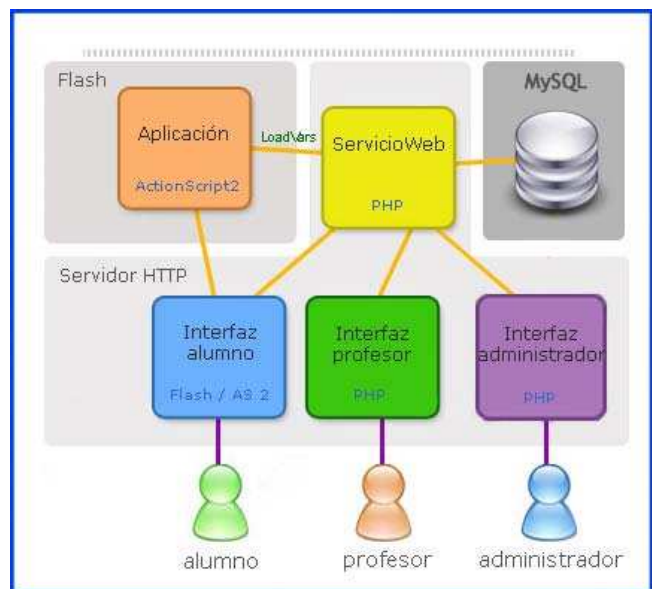


Figura 7. Comunicación con la base de datos.

La figura 7 esquematiza cómo los módulos componen cada tipo de entorno de comunican con la base de datos. Los entornos de administrador y usuario están generados con módulos PHP, por lo que la consulta a la base de datos MySQL se realiza directamente con instrucciones SQL incrustadas. Por el contrario, el entorno de usuario se genera con código en *Flash*, por lo que la comunicación es más compleja. Se ha de emplear código en *ActionScript*, que implementa la comunicación con

código PHP mediante objetos de tipo *LoadVars*. Esta clase dispone de métodos que transfieren argumentos a PHP, como por ejemplo los identificadores de usuario, o la respuesta a una pregunta de un examen. El código PHP que recibe dichos argumentos, los procesa y realiza las consultas necesarias en la base de datos mediante SQL. Las variables resultantes

serán transferidas de vuelta al objeto de tipo *LoadVars*. El resultado afectará al código *Flash*, dando como resultado la carga de una nueva película *Flash* o la modificación de algún elemento gráfico. La interacción entre estas tecnologías (*Flash* - *ActionScript* - PHP y MySQL) se trata en más detalle en la referencia [3].

V-B. Zona de Administración

El módulo de administración está formado por veintidós archivos desarrollados con PHP y HTML, cada uno de los cuales se encarga de mostrar en pantalla la información oportuna y a su vez ir almacenando lo que introduce el administrador; y una hoja de estilos (*estilo.css*) para dar formato al contenido.

El administrador, tras autenticarse, puede realizar las siguientes tareas sobre alumnos, profesores y cursos: dar de alta, borrar, modificar los datos, asociar profesores con cursos y matricular alumnos. No tiene acceso a los contenidos ni a las calificaciones que cada profesor administra, salvo que lo haga mediante la herramienta *phpMyAdmin*, que le permite modificar directamente los contenidos de la base de datos.

La gestión de los cursos, se lleva a cabo de forma similar a profesores y alumnos, pero en este caso, al crear un curso nuevo se crea simultáneamente una carpeta en el servidor, donde se almacenarán todos los contenidos (archivos teóricos, prácticas, vídeos, etc) de dicho curso.

V-C. Zona General

La portada (figura 1) es una zona común para alumnos y profesores, por lo que está realizada en *Flash*. Consta de los siguientes elementos:

- **Portada del sitio.** La portada contiene la primera animación que se presenta al usuario. El fichero *Flash* donde se almacena dicha animación estructura los elementos de la misma en capas, así como las distintas funciones *ActionScript* que interactúan con el usuario y el paso a distintos entornos y la inicialización de las instancias necesarias para el funcionamiento de la aplicación, como por ejemplo la clase *Usuario*, que contiene los atributos de dicho usuario, la clase *Cursos*, que carga los cursos del usuario que accede al entorno.
- **La clase Usuario.** Es la clase que define los atributos del usuario, sea alumno o profesor, y los métodos para inicializarlos. En esta clase se implementan los métodos que gestionan el acceso (comprobación de *login* y contraseña) y deciden hacia qué entorno se debe dirigir al usuario una vez validado. La validación de usuario se limita a redireccionar los parámetros introducidos por la interfaz *Flash* a un código PHP que realizará las consultas en la base de datos. La carga del entorno adecuado también requiere una comunicación *Flash* - PHP ya que es necesario obtener los registros de ese usuario en la bases de datos para personalizar el entorno al que dicho usuario accede.
- **Área de autenticación y registro.** Se compone de dos películas *Flash*, una para la introducción de *login* y contraseña y otra para la introducción de datos de usuario

en caso de que se esté dando de alta un nuevo usuario. El primero de los ficheros interactúa con la clase *Usuario* y el segundo con el código PHP que permite incluir nuevos registros en la base de datos.

- **Comprobación del “login”.** Se implementa en un fichero PHP que recibe la información a través de un código *ActionScript* y realiza la consulta mediante *mySQL*. El resultado de la consulta es devuelto al código *ActionScript* para que éste actúe en consecuencia.

V-D. Zona de profesores

La zona de Profesores es la parte de la herramienta con acceso restringido y personalizado para los profesores dados de alta en la base de datos. Sólo podrán ser dados de alta nuevos profesores mediante la gestión de administración.

Los archivos que dan forma física a esta sección se ubican en la carpeta profesores. Se trata de veintisiete documentos desarrollados con HTML y PHP, y su correspondiente hoja de estilos.

Tras su correcta autenticación en la zona general, cada docente accede al listado de cursos que imparte. Para ello, en el archivo *profesores.php* se recoge el identificador de usuario recibido de la portada del sitio (en *Flash*) y mediante una consulta a *MySQL* se obtienen aquellos cursos relacionados con dicho profesor.

Al seleccionar un curso, aparece en pantalla el panel de gestión del curso con las posibles tareas a realizar.

- **Gestionar contenido.** Esta es la funcionalidad que permite al profesor almacenar ficheros en cada curso de manera organizada. Se implementa mediante tres ficheros de código en PHP. El primero muestra al profesor los contenidos ya almacenados en el curso y le ofrece la opción de incorporar más contenidos, de tipo teórico o de tipo práctico. El segundo permite al profesor subir contenidos de tipo teórico. El tercero se emplea para subir contenidos de tipo teórico. Las funciones que implementan la carga de ficheros comprueban que la extensión de los ficheros esté permitida en la aplicación y, en el caso de extensiones de fichero de vídeo (extensiones *.avi*, *.mod*, *.mpg*, *.wmv*, *.mpeg*) se invoca el ejecutable del programa *MEncoder* que hace la conversión de ese vídeo al formato *.flv* necesario para su posterior visualización en *Flash*. La conversión incluye también un ajuste en la resolución, la tasa binaria y el tamaño de la imagen.
- **Crear exámenes tipo test.** La creación y edición de exámenes está gestionada por ficheros de código PHP que muestran los exámenes gestionados por un profesor, le permiten acceder a los contenidos de cada uno de ellos, crear y eliminar exámenes, añadir y eliminar preguntas y respuestas así como editar las existentes. En la base de datos, las preguntas y respuestas se tratan como entidades diferentes y asociadas por el identificador de la pregunta. Por lo tanto, para guardarlas en sus tablas, primero se almacena la pregunta y se hace una consulta

que retorne ese identificador para que la inserción de las respuestas tenga una referencia a dicha pregunta.

- **Calificar las prácticas.** Las soluciones de los alumnos se almacenan en el servidor y aparecen disponibles para que el profesor las descargue y las valore. Un programa PHP presenta al profesor todas las prácticas cuya fecha tope ha vencido, y pulsando sobre ellas se muestra el listado de los alumnos que han enviado su solución para descargarla.

Otros dos programas se encargan de: realizar la descarga propiamente dicha y presentar un formulario de calificación de las prácticas al profesor.

- **Obtener la calificación global.** Para cada alumno son extraídas todas las notas de las distintas pruebas y se calcula su media aritmética. Mediante un algoritmo se computa la nota final atendiendo a la ponderación seleccionada.

Observaciones Respecto a la Carga de Archivos en un Servidor Apache

Merece especial mención, la necesidad de modificar la configuración por defecto del servidor Apache, respecto a la subida de archivos. Si no se realiza cambio alguno, el tamaño máximo que pueden tener los archivos que se suben mediante PHP es 2Mb; condición que impone una restricción muy fuerte a la aplicación puesto que se pretende manejar archivos muchos mayores, al tratarse de vídeos.

Por lo tanto, la solución a este problema reside en la modificación de un archivo de texto oculto que contiene una serie de directivas para el servidor, denominado *.htaccess*. Cuando un cliente solicita un archivo al servidor, éste busca el archivo *.htaccess* desde el directorio raíz hasta el subdirectorio que contiene el archivo solicitado y tiene en cuenta estas reglas antes de proceder con la petición, es decir, se aplican las normas especificadas al directorio en el que se encuentre *.htaccess* y los directorios por debajo de él.

V-E. Zona de Alumnos

Los documentos que dan forma física al espacio del alumno, dispuestos en el directorio alumnos, están desarrollados con *Flash* y PHP. Los bloques en los que se organizan son los siguientes:

- **Página principal del alumno.** En esta página, implementada en *Flash* se distinguen principalmente dos bloques: Un bloque implementado en código *ActionScript*, que da como resultado la tabla en la que figuran los cursos en los que el alumno está matriculado y se insertan los botones para acceder a los diferentes apartados de cada uno; Un bloque desarrollado en el entorno de trabajo de *Flash*, mediante la inserción manual de componentes, que posibilita la matriculación en nuevos cursos.
- **Contenidos del curso.** Un página en *Flash* específica muestra en pantalla todos los contenidos teóricos correspondientes al curso seleccionado. Dichos contenidos reciben un tratamiento distinto según el tipo de archivo que sean.

- **Prácticas del curso.** Tras pulsar sobre un botón de contenidos prácticos, se carga el fichero *Flash practicas.swf*, que expone el listado de prácticas pertenecientes al curso. Éstas pueden ser descargadas en cualquier momento y sin límite de veces, pero enviar la respectiva solución sólo podrá efectuarse una vez y deberá ser dentro del plazo estipulado. Conforme sean corregidas, irá apareciendo la calificación obtenida.

- **Cuestionarios tipo test.** Los exámenes consisten en cuestionarios tipo test cuyas preguntas son las almacenadas en la base de datos, introducidas por los profesores. Se muestran de forma aleatoria, tanto las preguntas en sí como las respuestas a cada una de éstas. La creación y corrección de exámenes, involucra la interacción de diversos ficheros *Flash*, *ActionScript* y PHP:

- *exámenes fla*
- *cargarExamen.php*
- *moduloExamen fla*
- *extraeExámenes.php*
- *examen.as*
- *exámenes.as*
- *finExamen.php*

El primer fichero, *exámenes fla*, origina la presentación en pantalla de los exámenes del curso, permitiendo la realización de aquellos que no se hayan hecho aún y en el día que indica su correspondiente fecha. Es la clase *examen.as* la que crea el examen propiamente dicho a partir de las preguntas extraídas en *cargarExamen.php*. La apariencia, es decir, la presentación de las preguntas una a una, el reloj cuenta atrás y los botones de control sobre el examen, se consigue gracias a la creación de una instancia del constructor de la clase *examen.as*. Finalmente, la corrección del examen se lleva a cabo mediante *finExamen.php* cuando se pulsa sobre el botón de finalización o cuando se agota el tiempo. Este archivo recibe los identificadores de alumno y examen, la matriz que almacena los identificadores de las respuestas dadas y el número total de preguntas.

VI. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En este artículo se ha presentado un entorno de enseñanza-aprendizaje vía web, completa, flexible e intuitiva y cuyo principal componente innovador consiste en la incorporación de un interfaz completo en *Flash* para los usuarios, lo que dota a la herramienta de una gran potencialidad en el aspecto gráfico y la diferencia de otras aplicaciones existentes, siendo además compatible con la gran mayoría de navegadores debido a la creciente implantación de *Flash* en Internet. Las posibilidades gráficas ofrecidas por *Flash* se han explotado, en la versión presentada, para ofrecer un servicio de *video streaming* integrado en el material de los cursos.

Se ha aplicado un enfoque de desarrollo centrado en el usuario, proporcionándole en todo momento un entorno sencillo, ocultando la complejidad técnica de la herramienta. Esta complejidad proviene principalmente de la necesidad de interacción entre distintas tecnologías para hacer posible la

generación de contenidos dinámicos y adaptativos en *Flash*. Para ilustrar esto se han aportado explicaciones sobre funcionalidades que requieren la interacción bidireccional y en secuencia de *Flash*, *ActionScript*, PHP y SQL. Un ejemplo de esta ocultación de la complejidad la encontramos en la conversión automática de formatos de codificación de vídeo, que permite que el profesor cargue en el sistema un vídeo en cualquier formato, siendo la herramienta la que lo convierte automáticamente a un formato y a una resolución adecuadas a la interfaz del alumno.

Se ha descrito la estructura funcional de la base de datos sobre la que se asienta todo el sistema y la interacción entre esta base de datos con los módulos que generan la interfaz de usuario. Se identifican tres tipos de usuarios, administrador, profesor y alumno. Cada uno de ellos tiene entornos diferenciados que han sido desarrollados en diferentes módulos, lo que facilita modificaciones y ampliaciones que puedan surgir posteriormente, dotando así de gran flexibilidad al programa, y otorgándole la posibilidad de extender su utilización a cualquiera de las plataformas disponibles.

La funcionalidad es también completa, permitiendo no sólo el intercambio de contenidos entre alumnos y profesores de forma bidireccional, sino también la elaboración, y resolución de exámenes *on line* para los que el profesor puede especificar la fecha y la duración. Estos exámenes son generados por la herramienta aleatorizando la preguntas y respuestas elaboradas por el profesor, de forma que cada alumno realiza un examen distinto. La herramienta corrige automáticamente los exámenes y genera la nota final de acuerdo a las ponderaciones que el profesor indique para cada elemento evaluable.

Dentro de las líneas futuras de desarrollo de la plataforma se contempla la incorporación de medios que posibiliten una comunicación informal entre los usuarios. Como posibles herramientas podríamos citar:

- Foro, en el que los alumnos puedan exponer sus dudas.
- Pizarra electrónica, donde el profesor y el alumno se puedan comunicar en tiempo real.
- Conexión al LDAP para transferir la información de la base de datos de una Universidad.
- Chat.
- Calendario de actividades con sus respectivas alertas.
- Correo electrónico.

A partir de la incorporación de vídeo, surge la posibilidad de sincronizar dicho vídeo con un *slideshow*, o secuencia de transparencias, incorporado también en *Flash*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto TEC2007-67966-01/TCM (CON-PARTE-1) y también se ha desarrollado en el ámbito del “Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Seneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la RM (Plan Regional de Ciencia y Tecnología 2007/2010)”.

REFERENCIAS

[1] M. J. Rosenberg, *E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*, 1 ed., McGraw-Hill, 2000.

- [2] J. Cole y H. Foster, *Using Moodle: Teaching with the Popular Open Source Course Management System*, 2 ed., O'Reilly Media, Inc., 2007.
- [3] D. De la Cruz y C. Zumbado, *Flash, PHP y MySQL. Contenidos dinámicos*, Ediciones Anaya Multimedia, 2006.
- [4] R. Reinhardt y S. Dowd, *Macromedia Flash 8 Bible*, ed. Wiley, 2006.
- [5] L. Welling y L. Thomson, *PHP and MySQL Web Development*, 3 ed., ed. Sams, 2005.
- [6] C. Moock, *Essential ActionScript 3.0*, 1 ed., Adobe Dev Library, 2007.