

Implementación de un Módulo de Gestión de Contenidos SCORM en la Plataforma AulaWeb

Daniel J. Muñoz, Ángel García-Beltrán, Raquel Martínez y Juan M. Muñoz-Guijosa

ETSI Industriales – Universidad Politécnica de Madrid
C/José Gutiérrez Abascal, 2. 28006-Madrid, España
danielmz99@gmail.com, agarcia@etsii.upm.es, raquelm@etsii.upm.es,
jmguijosa@etsii.upm.es

Abstract. La implantación de estándares es actualmente una necesidad de los usuarios de las plataformas de gestión de contenidos para, fundamentalmente, facilitar el aprovechamiento de los recursos, independientemente del sistema a emplear. Entre los estándares que hoy en día existen en el área de los contenidos formativos destaca la especificación SCORM. En este trabajo se describe como se ha completado e implantado un módulo de gestión de contenidos formativos siguiendo el formato SCORM en la plataforma de teleeducación AulaWeb, desarrollada por la División de Informática Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSII-UPM). El módulo permite las funcionalidades típicas de administración y gestión del aprendizaje, incluidas la carga, la gestión y la eliminación de contenidos. Con objeto de validar dicho módulo se ha creado un curso SCORM completo ad hoc con diferentes elementos multimedia para su posterior utilización en la propia ETSII-UPM.

Palabras-clave: SCORM, multimedia, AulaWeb

1 Introducción

El modelo SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), desarrollado por ADL y otras organizaciones de todo el mundo [1], trata de satisfacer una serie de requisitos para dichos objetos de aprendizaje entre los que se encuentran: (a) la accesibilidad a través de, por ejemplo, tecnologías web, (b) su adaptabilidad en función de las necesidades de las personas y de las organizaciones, (c) su durabilidad, independientemente de la evolución de la tecnología, (d) la interoperabilidad para poder ser empleados por diferentes tipos de plataformas y (e) la reusabilidad para su empleo dentro de diferentes aplicaciones y contextos. Consecuentemente su objetivo es el de establecer un modelo de referencia estándar para la creación de objetos de contenido formativo estructurados y facilitar su intercambio entre diferentes sistemas de gestión del aprendizaje.

La especificación SCORM cuenta básicamente con tres componentes:

1. El modelo de agregación de contenidos (*Content Aggregation Model*), que asegura la coherencia en el formato y el conjunto de procedimientos en materia de almacenamiento, identificación, condicionamiento de intercambios y recuperación de contenidos. Este modelo define el LOM (*Learning Object Metadata*), el esquema XML a utilizar y el formato comprimido de empaquetado de todos los archivos.
2. El entorno de ejecución (*Run-Time Environment*) que describe los requisitos que debe implementar el sistema de gestión del aprendizaje (SGA o, en terminología inglesa LMS, *Learning Management System*) para trabajar con los contenidos. Este entorno define una API (*Application Program Interface*) que define una forma estándar de comunicación con el sistema y el modelo de datos a emplear.
3. El modelo de secuenciación y de navegación, que permite una presentación dinámica del contenido y describe como se deben interpretar las reglas de secuenciación introducidas por un desarrollador de contenidos, así como los eventos de navegación lanzados por el usuario o por el sistema.

2 La Plataforma AulaWeb

El sistema AulaWeb ha sido desarrollado por la División de Informática Industrial de la ETSII-UPM y está siendo empleado por alumnos y profesores de esta Universidad desde 1999 [2]. La aplicación fue inicialmente concebida para facilitar el aprendizaje a los alumnos que por primera vez recibían conocimientos de informática como asignatura presencial dentro del plan de estudios de Ingeniería Industrial [3]. Desde su implantación en el curso 1999-2000, el sistema AulaWeb ha ido extendiendo su uso a otras asignaturas y centros dentro de la Universidad Politécnica de Madrid y fuera de ella [4].

AulaWeb se ha utilizado fundamentalmente como herramienta de apoyo para la impartición y el seguimiento de asignaturas presenciales de las carreras impartidas en sus centros (*b-learning*) pero también como herramienta de *e-learning* de cursos a distancia [5]. La herramienta, basada exclusivamente en el servicio web, trata de facilitar mediante un entorno amigable y sencillo de utilizar, tanto al alumnado como al profesorado, tareas como la publicación y recogida de información y recursos formativos, la realización y entrega de trabajos y prácticas, la ejecución de actividades de autoevaluación o el establecimiento de tutorías telemáticas en tiempo real.

Hasta el curso 2003-04 el módulo de publicación de contenidos formativos permitía al profesor facilitar a los alumnos documentación en cualquier formato electrónico (PDF, Word, PowerPoint...) sin ningún requisito u obligación de formato o estructura [6]. El éxito de este módulo se desprende, por ejemplo, de su masiva utilización por parte del personal docente de la ETSII-UPM: en la actualidad la base de datos del servidor de AulaWeb de este centro es utilizando por más de 3000 alumnos y 300 profesores y alberga más de 12.000 documentos y referencias en formato electrónico [7]. En cualquier caso, la aparición de nuevos sistemas y necesidades docentes –motivadas, en gran parte, por la progresiva reducción del tiempo disponible para la impartición de las asignaturas, teniendo como objetivo que el aprendizaje del alumno en cada materia mejore también de forma progresiva, lo

cual justifica el uso de, por ejemplo, sistemas de simulación, animaciones, vídeos, etc, además de sistemas mejorados de seguimiento personalizado de la actividad de aprendizaje- han llevado a la introducción de otro módulo de publicación que siguiendo algún estándar que establezca la gestión del aprendizaje, la inclusión de contenidos multimedia interactivos y permita su seguimiento por parte del profesor. Por razones de difusión, funcionalidad, flexibilidad, sencillez y eficacia, el estándar elegido ha sido la especificación SCORM.

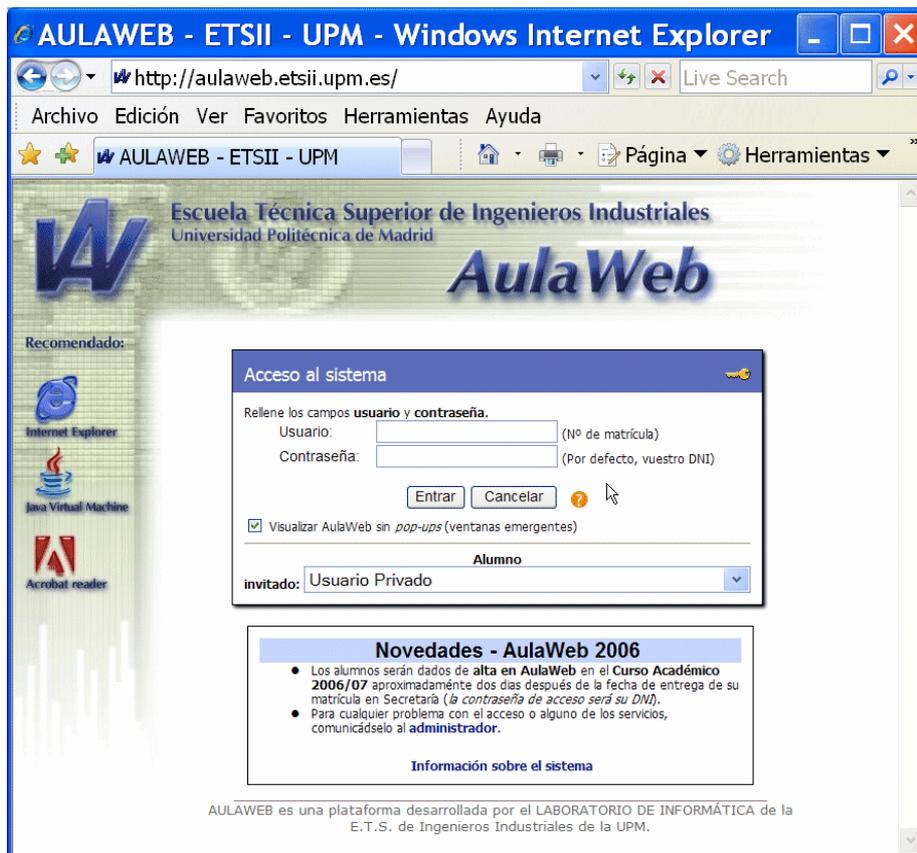


Fig. 1. Página de entrada del servidor de AulaWeb de la ETSII-UPM

En el año 2004 el equipo de desarrollo comenzó una primera implementación para gestionar contenidos en formato SCORM dentro de la plataforma AulaWeb que permitiera la visualización de contenidos [8, 9] y la generación de estadísticas de acceso [10, 11].

3 Motivación del trabajo

Desde el curso 2004-05 la plataforma AulaWeb se utiliza de forma experimental con dos asignaturas oficiales y de libre elección (*Information Technologies* y *Java Programming*) impartidas totalmente a distancia y en inglés a alumnos de diferentes universidades europeas [5]. El primero año de esta experiencia se empleó la plataforma tanto para visualizar contenidos en formato SCORM cargados de manera manual, como para generar los informes sobre las estadísticas de acceso y uso de dichos contenidos formativos.

La metodología docente seguida en estas asignaturas implica una visualización progresiva (semanal) de los contenidos con el objetivo de controlar una administración secuencial y un nivel homogéneo de conocimientos y la sincronización de actividades para todos los alumnos. En el primer año de impartición la habilitación o activación de cada uno de los nodos de los cursos se llevó a cabo también de forma manual por parte del personal del equipo técnico de la plataforma.

La realización de estas tareas (carga de contenidos y habilitación temporal de nodos) de forma manual hizo depender a los profesores del curso de las tareas del personal técnico de la plataforma. Estas circunstancias determinaron que se considerase la necesidad de incluir las funcionalidades de carga automática de contenidos y de activación o habilitación, también automática, de nodos (capítulos) en la estructura jerárquica (árbol de contenidos SCORM) de los capítulos del curso.

Por otro lado, otros profesores de la ETSII-UPM habían venido manifestando al equipo de desarrollo de la plataforma las necesidades de introducir contenidos multimedia e interactivos como sistema de apoyo en la impartición de cursos de diferentes formatos, incluido el formato a distancia, para el que es conveniente realizar de alguna manera un seguimiento de la actividad del alumno.

Este conjunto de motivaciones condujo al planteamiento de un nuevo módulo mejorado de publicación de contenidos SCORM en la plataforma AulaWeb.

4 Desarrollo del Módulo SCORM

A la vista de los excelentes resultados y de las necesidades descubiertas por las primeras experiencias de uso el equipo de desarrollo de AulaWeb se animó a completar dicho módulo de gestión para facilitar su uso y ampliar su potencialidad. Las mejoras que se deben llevar a cabo afectan fundamentalmente a la interfaz y las funcionalidades del usuario profesor.

La integración a nivel de interfaz con el resto de módulos del sistema AulaWeb debe incluirse entre los requisitos generales del nuevo módulo de gestión. Es necesario asegurar que el desarrollo sea completamente compatible con la plataforma y que dicho desarrollo sea flexible para que sea posible realizar modificaciones posteriores en vistas a una evolución de los estándares de e-Learning. Se consideran como requisitos importantes asegurar que la interfaz del módulo sea amigable y el funcionamiento sea lo más estable posible. Además si se desea garantizar la continuidad del uso de la herramienta es necesario que el sistema facilite el proceso de carga a todos aquellos usuarios que no estén familiarizados con la programación

Web. La posibilidad de carga de contenidos incluso por usuarios que no posean una conexión de banda ancha de gran capacidad es también un requisito fundamental.

El acceso al nuevo módulo se facilita mediante una solapa propia (*Curso online*) dentro del icono de Contenidos de la plataforma AulaWeb. La interfaz diseñada despliega diferentes opciones dependiendo de si existe o no un curso publicado en la asignatura. En el caso de que no exista un contenido cargado en la base de datos del sistema, la herramienta permite la carga de un nuevo curso SCORM a través de un archivo comprimido en formato zip mediante un asistente. En el caso de que ya exista contenido, la aplicación permite cargar el contenido, visualizarlo una vez cargado en la base de datos, gestionar de forma flexible e independiente los nodos del árbol de contenidos generado, recuperar al archivo de carga original y eliminar contenidos previamente cargados en la base de datos (figura 2).

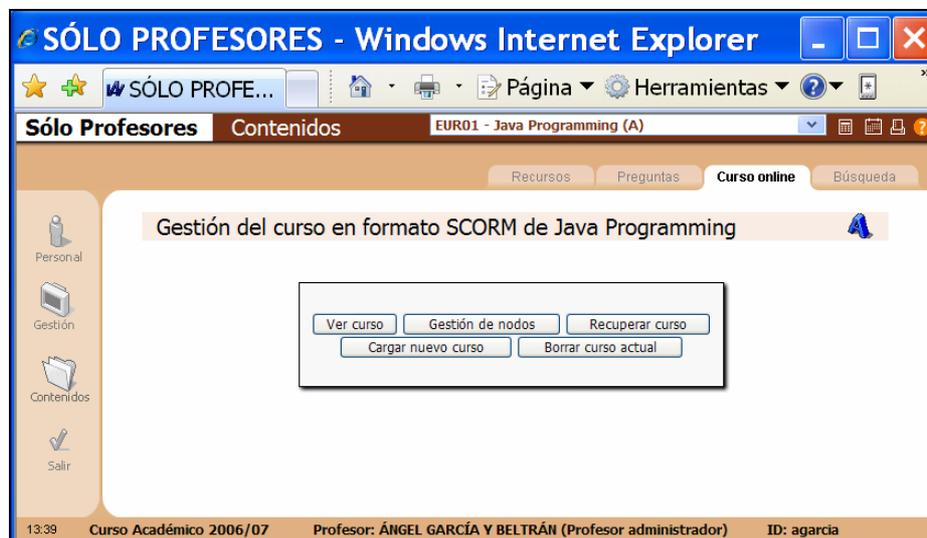


Fig. 2. Ventana principal de la gestión de contenidos SCORM en la interfaz del profesor

Por otra parte, una vez concluida la carga, los alumnos tienen acceso a los contenidos que pueden llevar elementos multimedia y/o interactivos mediante su navegador web. Las necesidades de los cursos que van a emplear esta plataforma incluyen desde sencillos videos hasta complejas aplicaciones de simulación de sistemas dinámicos realizadas, por ejemplo, en Matlab; pasando por aplicaciones menos complejas como las que pueden realizarse con Flash o herramientas similares.

Finalmente, estas funcionalidades se complementan con un módulo generador de informes estadísticos que permite facilitar información de interés sobre el uso de los contenidos en formato SCORM al profesor para el seguimiento de la actividad de los alumnos. Como se ha comentado anteriormente, si bien algunas de las funcionalidades como la carga (manual), la visualización de contenidos y la generación de informes estadísticos fueron desarrolladas en la primera implementación, el módulo con todas las funcionalidades se ha completado e

integrado en la plataforma AulaWeb en los primeros meses del curso académico 2006-07. En las siguientes secciones se describen las funcionalidades del profesor.

4.1 Carga de un Nuevo Curso

Un asistente permite en tres pasos, de forma sencilla e intuitiva, realizar la publicación de contenidos. En primer lugar se debe indicar el archivo comprimido en formato “.zip” con el contenido completo en formato SCORM del curso que va a publicarse en AulaWeb (figura 3). En esta fase el proceso de carga de cursos se realiza la configuración de los datos dentro de las tablas correspondientes a los cursos SCORM. Una de las mayores ventajas que se percibe al utilizar SCORM es la posibilidad de maximizar el aprovechamiento del conocimiento disponible: partiendo de una serie de recursos didácticos disponibles -ya sea en el departamento universitario correspondiente, en otros departamentos, o en otras universidades u organizaciones-, que no tienen por qué haber sido creados ex-profeso para el curso en cuestión, sino que podían existir previamente para cubrir necesidades totalmente diferentes. De esta manera es posible *compilar* un curso con el contenido que mejor se adecua a las características del entorno en el que se va a desarrollar: alumnado, tiempo disponible, nivel de profundidad deseado, intensidad presencial, etc. Por otra parte, suponiendo que dichos recursos están disponibles para cualquier profesor, si éstos compilan sus cursos seleccionando los mejores recursos didácticos, filtrando los de peor calidad y realizando además sugerencias de mejora al autor del mejor recurso, se producirá una mejora progresiva de la calidad de los recursos didácticos disponibles, llegándose incluso a producirse estándares para la enseñanza de cada concepto.

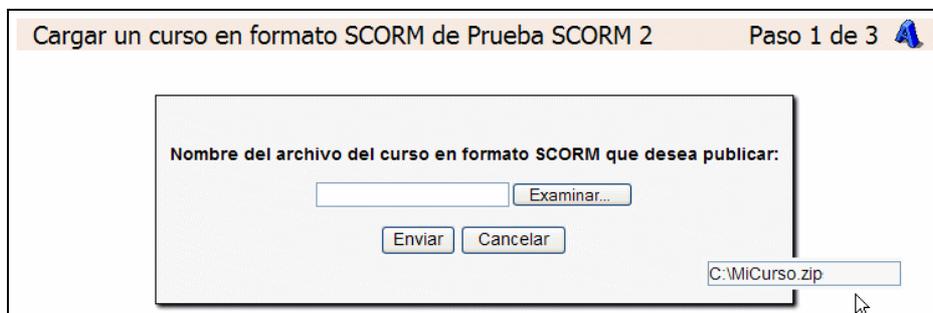


Fig. 3. Paso 1 de 3 en el proceso de carga de contenidos

En el segundo paso es posible seleccionar dentro de las alternativas de las organizaciones configuradas en el curso *online* cuando ha sido creado (figura 4). Una vez realizada la selección la herramienta configurará el curso dentro de la base de datos de acuerdo a la forma en que se ha estructurado el curso en dicha organización.

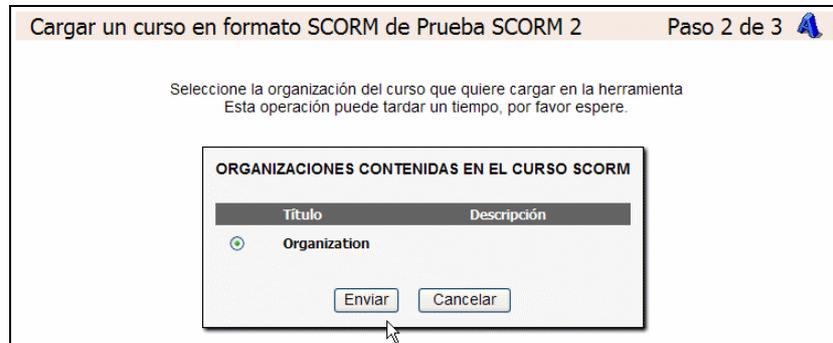


Fig. 4. Paso 2 de 3 en el proceso de carga de contenidos

En el tercer paso la herramienta introduce de forma definitiva toda la información que configura el curso dentro de la base de datos y se indica al usuario si ha habido algún error durante el proceso de carga. En caso de que el proceso se haya realizado con éxito se visualizará el correspondiente mensaje.

4.2 Visualización del curso

La opción de visualización de los contenidos del curso permite mostrarlos en la interfaz de sesión del profesor. Esta opción permite revisar con comodidad los contenidos publicados sin necesidad de acceder al curso como un alumno. La interfaz que conforma la opción de visualización de cursos puede verse en la figura 5.

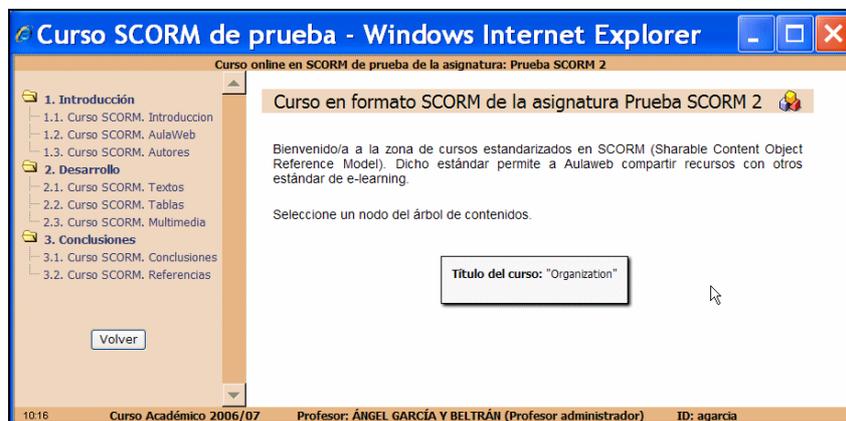


Fig. 5. Visualización del contenido del curso en la interfaz del profesor

La visualización de los contenidos de curso en la interfaz del alumno se llevará a cabo en función de la configuración del curso por parte del profesor y del acceso a los contenidos que vaya realizando el propio alumno.

4.3 Gestión de nodos

La interfaz de esta funcionalidad permite configurar las características de los nodos incluidos en el curso *online* de la asignatura. Se muestra un menú que permite, mediante la modificación de los atributos de los nodos dentro de la tabla de prerrequisitos de los cursos SCORM, habilitar y deshabilitar los nodos o bien respetar la jerarquía de navegación de los nodos descrita en el manifiesto del curso. La interfaz gráfica de esta opción para el profesor puede verse en la Figura 6.

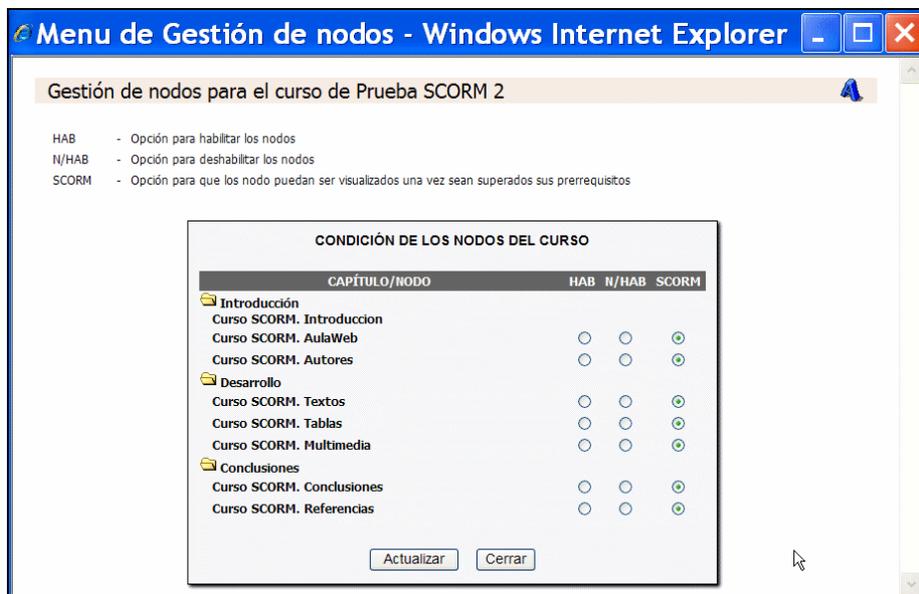


Fig. 6. Gestión de nodos del curso en la interfaz del profesor

La habilitación o activación de un nodo tiene como efecto en la interfaz del alumno en AulaWeb la visualización de los contenidos asociados al nodo. Esta activación permite definir diferentes cursos con el mismo material dependiendo del alcance y objetivos de la asignatura en un curso académico concreto, del nivel inicial de los alumnos inscritos en la asignatura o de los conceptos que el tutor desee intensificar para un curso determinado. Las posibilidades de activación son de dos tipos:

1. Habilitar/activar un nodo sin tener en cuenta ninguna condición que el alumno ha superado nodos (capítulos) previos.
2. Habilitar un nodo dependiendo si se han superado o no los prerrequisitos definidos en la organización del curso SCORM.

4.4 Recuperación del curso

Esta opción permite descargarse el archivo original comprimido en formato *zip* con el contenido del curso. Esto facilita que el profesor disponga del archivo original desde cualquier ubicación para su posterior acceso, almacenamiento o modificación.

4.5 Eliminación de un curso

La opción **Borrar curso actual** permite eliminar completamente un curso previamente cargado. Antes de hacerlo, le pide al usuario confirmación de esta acción. Una vez confirmado el proceso de eliminación de contenidos realiza la configuración y limpieza de los datos dentro de las tablas correspondientes en la base de datos del sistema.

4.6 Generación de estadísticas de uso

Esta funcionalidad permite obtener de forma sencilla una amplia información sobre el uso de los contenidos SCORM de una asignatura. Entre otros datos: nodos de la estructura visitados por los alumnos, fechas de visita de los nodos, duración del acceso a un nodo, actividad de un grupo de alumnos en su conjunto, comparación de la actividad de un alumno con la media del resto del grupo... A modo de ejemplo en la figura 7 se muestra el número total de visitas de los alumnos de una asignatura a los contenidos SCORM. Con estos datos el profesor puede determinar quién ha realizado un seguimiento completo del curso.

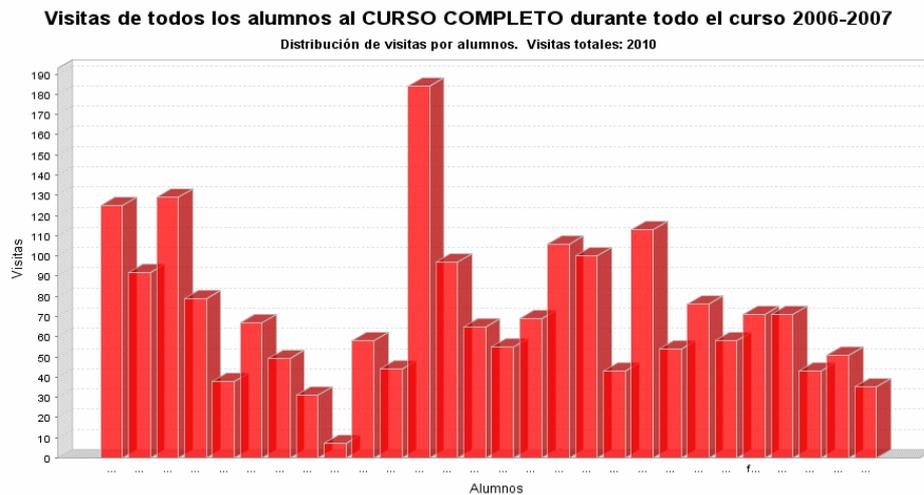


Fig. 7. Número total de visitas de cada uno de los alumnos a los contenidos SCORM

4 Validación del Módulo

Con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento del módulo desarrollado, se ha generado en formato SCORM el contenido de una asignatura para su posterior carga y gestión por parte de la plataforma AulaWeb. La asignatura seleccionada ha sido *Vibraciones y Ruidos* en Máquinas del Plan de Estudios 2000 del título oficial de Ingeniería Industrial (Intensificación de Mecánica-Máquinas). La razón principal para la elección de esta asignatura es que su naturaleza facilitaba y exigía simultáneamente la inclusión de elementos multimedia e interactivos de diferentes formatos en los contenidos. Esta característica es clave para verificar y asegurar la completa funcionalidad de la herramienta para la gestión de este tipo de archivos. Los contenidos generados incluyen textos, imágenes en formato GIF y JPG, vídeos en formato MPEG, simuladores de MatLab y elementos interactivos en formato Flash que se organizan en un árbol de contenidos con un total de 5 capítulos y 20 secciones. Los recursos didácticos utilizados para el curso estaban ya disponibles, ya que fueron creados con anterioridad para la impartición de diferentes cursos y asignaturas (Mantenimiento, Seguridad en máquinas, cursos de Doctorado, etcétera).

La Figura 8 muestra un entorno típico del contenido del curso en la interfaz del alumno.

Curso SCORM de prueba - Mozilla Firefox

Curso online en SCORM de la asignatura: Vibraciones y ruido en maquinas

1. Inicio

- 1.1. Portada
- 1.2. Introducción a la asignatura

2. Representación gráfica de las ...

- 2.1. Representación Gráfica 1
- 2.2. Representación Gráfica 2

3. Medida de las magnitudes vibra...

- 3.1. Medida de las magnitudes vib...

4. Un grado de libertad

- 4.1. Un GL 1
- 4.2. Un GL 2
- 4.3. Un GL 3
- 4.4. Un GL 4
- 4.5. Un GL 5
- 4.6. Un GL 6
- 4.7. Un GL 7
- 4.8. Un GL 8
- 4.9. Un GL 9
- 4.10. Un GL 10
- 4.11. Un GL 11
- 4.12. Un GL 12

5. Dos grados de libertad

- 5.1. Dos GL 1
- 5.2. Dos GL 2
- 5.3. Dos GL 3

Volver

3. Vibraciones mecánicas libres en sistemas de un grado de libertad

Ejemplo de vibraciones forzadas debido a una fuerza exterior

Diagrama de un sistema de un grado de libertad (masa-spring-damper) con una fuerza exterior F .

Gráficas de desplazamiento X y fase ϕ en función de la frecuencia ω .

Factor de escala $E=10000$

Parámetros del sistema y de la fuerza excitadora

K	25000	$\frac{N}{m}$	ω_n	50	ξ	0.07
C	70	$\frac{N \cdot s}{m}$	ω	71		
M	10	kg	F	400		

Condiciones iniciales

X_0	0.5	\dot{X}_0	0
-------	-----	-------------	---

Reiniciar

Ejemplos de vibraciones forzadas debido al desplazamiento del soporte

11:44 Curso académico 2004/05 Alumno: Alumno Vibraciones y ruido en maquinas Nº matrícula: dmunoz

Terminado

Fig. 8. Ejemplo de utilización de Flash en el contenido en formato SCORM

En la parte de la izquierda (fondo azul claro) se muestra la estructura general del curso, formada por los diferentes nodos de éste y que el alumno puede ir seleccionando. En la parte de la derecha (fondo blanco) muestra el contenido de cada uno de los nodos del curso. El recurso mostrado en el ejemplo de la figura 7 fue creado con el objetivo de apoyar el aprendizaje de los conceptos de resonancia y respuesta dinámica de sistemas de un grado de libertad. En este caso se muestra un simulador, realizado en Flash, de la respuesta en frecuencia de un sistema vibratorio de un grado de libertad sometido a una fuerza senoidal de amplitud máxima constante. Al variar la frecuencia de esta fuerza, el sistema vibrará con amplitudes diferentes, siendo también diferente el desfase entre la oscilación de la masa y la de la amplitud de la fuerza, como se aprecia en las gráficas de la parte izquierda de los contenidos, en las que la línea vertical roja representa la respuesta del sistema ante la frecuencia fijada para la oscilación de la fuerza. Por otra parte, la modificación de los parámetros dinámicos del sistema (masa, rigidez, amortiguamiento) por parte del alumno, conducirá a un cambio en las características de dicha respuesta en frecuencia, observable también en las gráficas anteriores (existen varias curvas superpuestas, cada una correspondiente a una combinación diferente de fuerza, masa, rigidez y amortiguamiento). El alumno puede modificar, a voluntad, cualquiera de estos parámetros, observando en tiempo real el cambio en el comportamiento del sistema (incluido, si se desea, el transitorio). También puede observar el movimiento de dicho sistema en tiempo real, a través de la animación que se muestra en el centro de la pantalla, y a través de la gráfica que describe la evolución del movimiento a lo largo del tiempo

Por su parte, la Figura 9 muestra un ejemplo de utilización de programas de MatLab dentro de los contenidos del curso realizados con SCORM. El sistema permite la ejecución de código de MatLab en el servidor cuyos resultados son mostrados en la ventana del ordenador local del alumno.

Para empaquetar los diferentes archivos que componen los contenidos en formato SCORM se ha empleado la aplicación Reload Editor [13] en su versión 2.5.4. El proyecto Reload ha desarrollado diferentes aplicaciones entre las cuales se encuentra este empaquetador de contenidos y editor de metadatos de código abierto. Mediante el uso de esta herramienta, el proceso de empaquetamiento es incomparablemente más sencillo que el de diseño y desarrollo de los propios contenidos multimedia.

Una vez generado el contenido en formato SCORM y publicado mediante el módulo desarrollado, los contenidos del curso en formato SCORM se ha empleado de manera experimental con buenos resultados como apoyo docente en asignatura *Vibraciones y Ruidos* durante este segundo semestre del curso 2006-07.

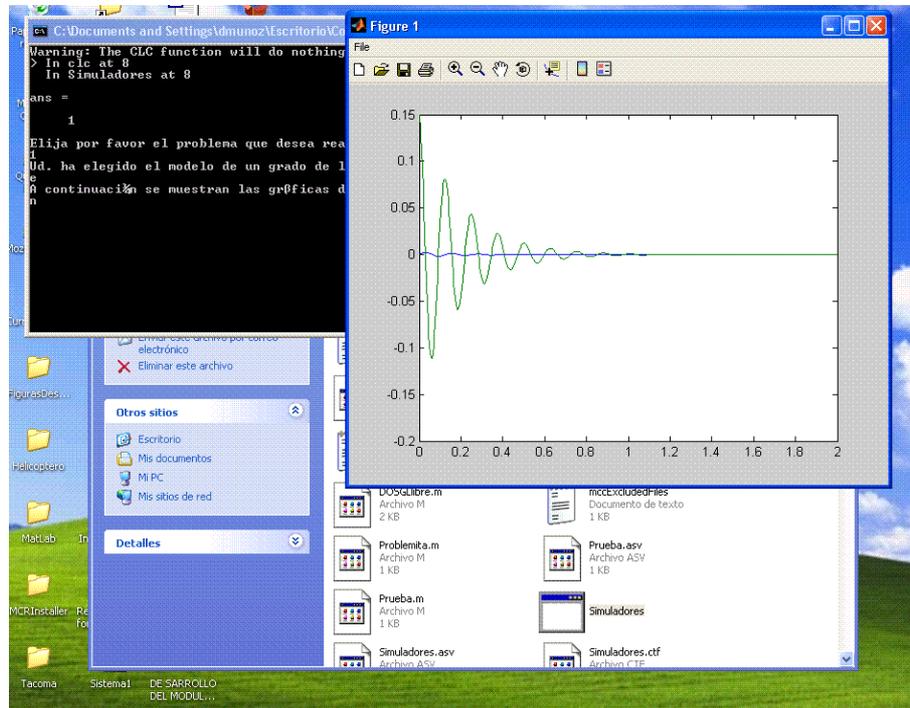


Fig. 9. Ejemplo de utilización de MatLab en el contenido en formato SCORM

5 Conclusiones

Se ha implementado un módulo completo de gestión de contenidos en la plataforma AulaWeb que sigue la especificación SCORM y que incluye como funcionalidades la visualización, la carga, la gestión, la recuperación y la eliminación de contenidos. Con respecto a la primera implementación, el nuevo módulo automatiza la carga de contenidos y la gestión de acceso a los nodos del curso. Además, el sistema facilita la creación de informes de acceso y utilización de los contenidos por parte de los alumnos. Como validación del módulo y de sus funcionalidades se ha generado un conjunto de contenidos con elementos multimedia para la asignatura Vibraciones y Ruidos en Máquinas. Se ha mostrado, además, que la utilización generalizada de esta metodología para la creación de contenidos para cursos on-line puede maximizar el aprovechamiento de los recursos didácticos disponibles, muchas veces dispersos, y que puede, además, aumentar la calidad de éstos.

Entre las líneas de futuro desarrollo destacan la generación de una guía visual para el desarrollo de este tipo de contenidos y su posterior publicación en la plataforma AulaWeb, la difusión a otras asignaturas de titulaciones impartidas en la ETSII-UPM incluidas en la plataforma AulaWeb y la inclusión de un sistema de autoevaluación dentro del módulo SCORM.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por la DGES (Ministerio de Educación y Ciencia) en los proyectos de referencia SEJ2004-08035-C02-01 y SEJ2004-08062-C02-02. Los autores quieren agradecer el esfuerzo y dedicación de las personas que han colaborado en el proyecto de desarrollo de las distintas versiones del sistema AulaWeb: Aurora Alonso, José María Arranz, Pablo Avendaño, Marcos Aza, Juan Antonio Criado, Francisco de Ory, Carlos Engels, Miguel Fernández, Pilar García, Manuel González, Jorge Granado, Teresa Hernández, Isadora Iglesias, José Alberto Jaén, Antonio R. López, Diego López, Julio A. Martín, Marcos Martín, Francisco Mascato, David Molina, Carlos Moreno, Luis Miguel Pabón, Juan Carlos Pérez, Alberto Rodelgo, Santiago Tapia, Alberto Valero, Eduardo Villalar y Carlos Zoido dentro de la División de Informática Industrial de la ETSII-UPM.

Referencias

1. ADL, Advanced Distributed Learning Network: <http://www.adlnet.org>
2. Servidor de Información de AulaWeb, <http://www.dii.etsii.upm.es/aulaweb>
3. García-Beltrán, A. y Martínez, R.: Web assisted assessment in computer programming learning using AulaWeb, *International Journal of Engineering Education*, 22-5 (2006)
4. Martínez R. y García-Beltrán, A. AulaWeb, un sistema de e-learning para la gestión, evaluación y seguimiento de asignaturas, *Industria XXI*, 4, (2003), 26-27
5. e-Tutor Project EAC/61703 FR007, Innovative e-learning methodology for tutors in multicultural, collaborative and synchronous context, Final report, (2006)
6. García-Beltrán, A., Martínez, R., Criado, J. A. y Alonso, A.: Taxonomía de los contenidos formativos en formato electrónico empleados en las asignaturas impartidas en la ETSII-UPM, *RED - Revista de Educación a Distancia*, número monográfico III (2005)
7. García-Beltrán, A., Martínez, R. y Jaén, J. A.: A Case of Study: Building and Implementing a b-Learning system in an Engineering Faculty, *The 2nd International Conference on Engineering Education & Training*, Kuwait (Kuwait), 9-11 de abril de 2007.
8. Pérez-Silvo, J. C.: Estudio de la adaptación del sistema de e-learning AulaWeb al estándar SCORM, Proyecto de Fin de Carrera 02697350, ETSII-UPM (2003)
9. Alonso de Diego, A.: Módulo de carga de cursos on-line bajo el estándar SCORM en AulaWeb, Proyecto de Fin de Carrera 03696195, ETSII-UPM (2004).
10. Moreno, C.: Diseño y desarrollo de un módulo de generación de estadísticas integrado en la plataforma de e-learning, Proyecto de Fin de Carrera 04696189, ETSII-UPM (2005)
11. Martínez, R., García-Beltrán, A., Criado, J. A. y Moreno, C.: The Statistical Module of AulaWeb: A Tool for improving e-Learning Quality, *Informatics Education Europe*, 9-10 Noviembre 2006, Montpellier (Francia).
12. Muñoz, D.: Desarrollo de una Herramienta de Aprendizaje On-Line para la Asignatura Vibraciones y Ruido de Máquinas bajo el estándar SCORM, Proyecto de Fin de Carrera 06303447, ETSII-UPM (2007)
13. Reload Web site: <http://www.reload.ac.uk/>