

**Universidad de las Ciencias Informáticas  
Vicerrectoría de Formación  
Dirección de Formación Postgraduada**

**Título: Herramientas para la reutilización  
de contenidos educativos.**

**Colección de Publicaciones en opción al Título de  
Máster en Informática Aplicada**

**Autor: Ing. Daymy Tamayo Ariza**

**Tutores: Br. C. Lidia Ruiz Ortiz  
MSc. David Leyva Leyva**

**Ciudad de La Habana, Julio de 2007**

## **SÍNTESIS**

En el campo del e-Learning, la gestión de contenidos educativos ocupa un lugar fundamental. En los últimos años han surgido tecnologías para el diseño y manejo de los mismos que permiten su reutilización, donde se destacan los Objetos de Aprendizaje. En este trabajo se presentan un conjunto de herramientas Web que basadas en estándares que permitan la reutilización de objetos de aprendizaje. Se describe el proceso de generación de un conjunto de soluciones dadas a un problema redefinido cíclicamente, como una actividad continua, reevaluada constantemente, evolucionando en respuesta a los avances tecnológicos del mundo y la experiencia adquirida.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
DESARROLLO .....	13
Primera Etapa (2004-2005): Repositorio de Objetos de Aprendizaje dentro de la plataforma Moodle .....	13
Segunda Etapa (2005-2006): Herramienta de Autor y Repositorio de Objetos de Aprendizaje .....	15
Tercera Etapa (2006-2007): Hacia un Repositorio Semántico.....	18
Trabajo Futuro: Framework basado en estándares. ....	20
CONCLUSIONES.....	24
RECOMENDACIONES .....	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
GLOSARIO.....	28
ANEXOS.....	29

## INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología durante los últimos años, resulta imprescindible actualizarse regularmente en cada rama del conocimiento. Se requiere entonces de un modelo de aprendizaje continuo.

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), ha propiciado la definición de nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje, que emplean las ventajas de la educación a distancia, para la ampliación de oferta educativa que la sociedad demanda.

El *e-Learning*, traducido al español como "aprendizaje electrónico", es una forma de educación a distancia. En el glosario de la Learning Circuits<sup>1</sup>, la revista online de la ASTD (Asociación Americana para la Educación y el Desarrollo) se define como "una amplia gama de aplicaciones y procesos, tales como aprendizaje basado en la red, en el ordenador, aulas virtuales, cooperación digital. Incluye la entrega de contenidos vía Internet, extranet, intranet, (LAN/WAN), audio y vídeo, emisión satelital, televisión interactiva y CD-ROM."

Este concepto es bastante abarcador, ya que prácticamente puede comprender cualquier actividad educativa que utilice medios electrónicos. Por otro lado, en español es utilizado el término *teleformación* como sinónimo de e-Learning. Sin embargo, algunos autores han acotado el alcance del e-Learning, como (Red TTnet, 2005) que lo define como el "conjunto de tecnologías, aplicaciones y servicios orientados a facilitar la enseñanza y el aprendizaje a través de Internet/Intranet, que facilitan el acceso a la información y la comunicación con otros participantes."

---

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

En el presente trabajo se adopta este último enfoque, que define como componente fundamental la World Wide Web. Debido a ello se utilizará en lo adelante el término e-Learning.

Las tecnologías que soportan el e-Learning aumentan y evolucionan con inmensa rapidez. Las soluciones surgidas para la Web de forma general, son rápidamente trasladadas y adaptadas al e-Learning. Ejemplo de ello son los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS), que además de las capacidades para el manejo de los contenidos de los CMS<sup>2</sup> tienen la capacidad de gestionar el proceso de aprendizaje. Los LMS permiten intercomunicación entre usuarios, la distribución de cursos, recursos, evaluaciones, noticias y contenidos relacionados con la formación en general.

Es una limitante de los LMS que, desde la perspectiva de los materiales docentes, simplemente actúan como plataformas de distribución, donde la mínima unidad didáctica es el curso. Sin embargo, la tendencia en la actualidad es granular los contenidos en pequeñas unidades llamadas *objetos de aprendizaje (OA)*, originados bajo el paradigma orientado a objetos, y que tienen la finalidad de maximizar el número de contextos en que puedan ser utilizados.

Formalmente no existe una única definición del concepto de objeto de aprendizaje y muchas de ellas son muy amplias, por lo que en la práctica pueden resultar inoperables ya que no distinguen con claridad los OA de un material didáctico<sup>3</sup> tradicional. Dada la amplitud y variedad de las definiciones, es difícil llegar a una definición estricta. En este trabajo, se considerará como tal "cualquier recurso con una intención formativa, compuesto de uno o varios elementos digitales, descrito con *metadatos*, que pueda ser

---

<sup>2</sup> CMS (Content Management System): Sistemas para la generación de sitios Web dinámicos.

<sup>3</sup> Ejemplo de ellos pueden ser: textos, imágenes, bloques de HTML, MS Word, .pdf, Flash, audio, video, HTML.

utilizado y reutilizado dentro de un entorno e-Learning” (López, 2005).

Según la Real Academia de la Lengua, “Reutilizar” es “*utilizar algo, bien con la función que desempeñaba anteriormente o con otros fines*”. La reutilización de los OA depende en gran medida de los metadatos, por lo que estos se consideran una parte intrínseca de los mismos. Los metadatos describen los OA, facilitando su búsqueda y recuperación.

La *granularidad* es una característica que influye en gran medida en el nivel de reutilización de los OA. Es deseable que los OA se construyan como unidades pequeñas (granularidad fina) e independientes, que tengan significado en sí mismos, y capacidad para integrarse en diferentes contenidos y contextos de aprendizaje en los que puedan intervenir distintos objetos, que al combinarse entre sí puedan ofrecer otros significados.

Para su real utilidad, los OA deben ser compatibles con diversos ambientes y sistemas de administración de aprendizajes, fáciles de migrar de una plataforma a otra, fáciles de localizar, acceder, archivar y reutilizar. Para ello los OA son agrupados y almacenados en *repositorios de objetos de aprendizaje (ROA)*.

Los ROA pueden presentarse de distintas formas: los OA y sus metadatos dentro del mismo sistema o servidor; sólo los metadatos con la correspondiente referencia; o una combinación de ellas, con la posibilidad de además importar y exportar paquetes de contenidos estandarizados. La mayor cantidad de los proyectos actualmente se presentan en la segunda forma<sup>4</sup>, y aunque algunos permiten registrarse libremente y hacer búsquedas, muchas veces no se encuentra el recurso en cuestión, además de que en ocasiones hay que pagar por ellos, aunque en los últimos tiempos cada vez con

---

<sup>4</sup> A esto se le llama Repositorio Federado

más fuerza están surgiendo proyectos a gran escala que promueven *contenidos abiertos*, como el OpenCourseWare del Massachusetts Institute of Technology (MIT) o el OpenLearn de la Open University de Reino Unido, compartiendo los contenidos docentes de forma gratuita y libre a través de ROAs.

Los ROA pueden encontrarse como sistemas independientes, asociados a otros repositorios, lo cual es una tendencia actual para realizar búsquedas federadas; o a *Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (LCMS)*, que son sistemas que combinan la capacidad de los LMS para el control del proceso de aprendizaje con las capacidades de creación y almacenamiento de contenidos de los *Sistemas de Administración de Contenidos (CMS)*<sup>5</sup>. Los LCMS proveen herramientas para la creación, secuenciación y agregación, facilitando la estructuración de contenidos. Las herramientas de autor, y los repositorios son identificados comúnmente como componentes fundamentales de los LCMS.

Para que todas estas aplicaciones se puedan comunicar, y sea posible el manejo de diferentes tipos de recursos entre ellas, un aspecto clave es la estandarización. El reto de los estándares es acordar de qué forma compartir, comunicar o desarrollar modelos y sistemas con la finalidad de lograr la interoperabilidad entre los diversos componentes de un *framework* para el e-Learning.

Un *estándar* es un patrón, una tipificación o una norma de cómo realizar algo (AulaGlobal, 2007). Los hay de dos tipos: *estándares de jure*, cuando provienen de una organización acreditada que certifica una especificación, y *estándares de facto*, cuando la especificación se adopta por un grupo mayoritario de individuos. Es una tendencia generalizada encontrar que a muchas de las especificaciones e-Learning se les llaman

---

<sup>5</sup> Los CMS son sistemas generadores de sitios web dinámicos.

estándares, debido a que han sido adoptadas por importantes grupos y, por tanto, se pueden considerar como estándares de facto. Sin embargo, existe una convergencia hacia el reconocimiento de propuestas bajo el patrocinio conjunto de la IEEE<sup>6</sup> e ISO<sup>7</sup>. Las numerosas propuestas de estandarización han derivado una gran confusión e incompreensión acerca de los estándares y especificaciones, así como entre las organizaciones que desarrollan, definen, crean perfiles de estándares o los implementan. Es por ello que un lugar de referencia obligada lo constituye el Observatorio Europeo de Estándares en Tecnologías del Aprendizaje (LTSO)<sup>8</sup>, que a través de comités de expertos en las distintas áreas temáticas, proporciona de manera centralizada y actualizada, información sobre los proyectos, resultados, actividades y organizaciones relevantes para el desarrollo y adopción de estándares sobre la tecnología del e-Learning.

Según un estudio de la LTSO de marzo del 2007 (LTSO, 2007), los principales esfuerzos por la estandarización están concentrados en las áreas de la producción y manipulación de contenidos educativos, el intercambio de información y la especificación de arquitecturas e interfaces; y existen más de una decena de grupos e instituciones trabajando en propuestas de estandarización para el e-Learning, muchas de ellas han unificado sus esfuerzos. Se destacan, por el grado de aceptación y aplicación de sus propuestas, la Advanced Distributed Learning (ADL) y el IMS Global Learning Consortium.

---

<sup>6</sup> IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (<http://www.ieee.org>)

<sup>7</sup> ISO: International Organization for Standardization (<http://www.iso.com>)

<sup>8</sup> Creado en el 2003 como un producto del Taller sobre Tecnologías de Aprendizaje (WS-T) del Sistema Europeo de Estandarización para la Sociedad de la Información (ISSS), parte a su vez el Comité Europeo de Normalización (CEN).

Los resultados principales de IMS están relacionados con los metadatos, y su resultado más relevante es el estándar LOM (Learning Object Metadata), que establece cómo deben ser descritos los OA. Por otro lado, ADL trabaja en coordinación con IEEE, IMS y AICC<sup>9</sup>. La propuesta que más ha repercutido de ADL es el Modelo de Referencia de Objetos de Contenido Compartibles (SCORM) orientado a empaquetar OA descritos mediante LOM.

El empaquetamiento de OA según estándares es una característica esencial para que puedan ser intercambiables entre los distintos sistemas. Esta posibilidad es su vez vital en la actualidad para la expansión y desarrollo del e-Learning.

Las universidades cubanas no pueden estar ajenas a estas transformaciones. Si bien es cierto que en los últimos años el e-Learning ha comenzado a tomar un papel más protagónico, las acciones desarrolladas han sido insuficientes.

Aunque las redes en el proceso de enseñanza aprendizaje se habían utilizado, generalmente para compartir recursos y otros servicios como FTP o impartir cursos a través del correo electrónico, fue en el año 2000 que por orientación de Ministerio de Educación Superior, se comenzó a utilizar de forma generalizada una plataforma Web para impartir cursos a distancia, en este caso Microcampus, una plataforma creada por un grupo de trabajo de la Universidad de Alicante, España.

Paralelamente algunas universidades se plantearon realizar desarrollos propios en este sentido, ejemplo de ello son ApreDist10, del Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (CUJAE); SEPAD de la Universidad Central de Las Villas (UCLV); y

---

<sup>9</sup> The Aviation Industry CBT Committee (<http://www.aicc.org/>)

<sup>10</sup> Basada en el proyecto Mundicampus.

EduDist<sup>11</sup> de la Universidad de Holguín. En el caso de la UCLV en (Valdés, 2006) se presentó una propuesta de arquitectura de un Campus Virtual.

Actualmente en mayor o menor escala, las universidades en Cuba están utilizando algún LMS en su proceso docente, ya sea propio o de libre distribución, destacándose la plataforma Moodle con un uso bastante generalizado. Como consecuencia de esta generalización y dada la necesidad de intercambio entre profesionales y especialistas en el uso de esta plataforma, en Enero de 2006 se creó la comunidad Moodle de Cuba, en la que por el momento participan solo especialistas de diversos centros de la capital que realizan encuentros sistemáticos.

Otro aspecto importante a considerar es la organización de los contenidos educativos en las instituciones cubanas. Es importante señalar que en la gran mayoría de las mismas se encuentran sin una adecuada catalogación y organización. Una de las iniciativas en este sentido son los Centros Virtuales de Recursos (CVR) del Centro de Referencia para la Educación de Avanzada (CREA) de la CUJAE, compuestos por comunidades virtuales como elemento principal, un conjunto de servicios a dichas comunidades, repositorios de recursos y sistemas de ayuda (Cabrera y Lorenzo, 2006). Sin embargo, los CVR no están basados en estándares y es software propietario.

Es de destacar el papel protagónico que ha tenido en Cuba el sector de la salud, a través de INFOMED, en la utilización de las redes en el proceso de enseñanza aprendizaje. Ya en el año 1997 se creó la Universidad Virtual de Salud (UVS). Inicialmente se impartieron cursos en formato electrónico y en menor medida por la Web. Desde el año 2002, INFOMED (Jardines, 2007) utilizó la plataforma SEPAD, y a

---

<sup>11</sup> Plataforma desarrollada por el Proyecto de Educación a Distancia de la Facultad de Informática-Matemática de la Universidad de Holguín.

partir del 2005 comenzó a utilizar Moodle. La UVS actualmente está soportada utilizando software libre. Sus principales componentes son: plataforma para la gestión docente centralizada, plataforma educativa, repositorio de contenidos que permite sindicación y los metadatos utilizan el estándar LOM para la referenciación y búsqueda. No obstante, a pesar de que estas aplicaciones utilizan estándares, no son completamente interoperables entre sí, los contenidos sólo son referenciados y no son diseñados como OA.

La Universidad de Ciencias Informáticas, desde sus inicios se planteó, como institución de avanzada en el uso de las TIC, la necesidad de aplicar estas tecnologías al proceso de enseñanza - aprendizaje. Las primeras acciones en este sentido estuvieron encaminadas a la investigación respecto a los LMS existentes en el mercado, haciendo énfasis en las soluciones cubanas. Sin embargo, las nuevas tendencias sobre la utilización de software libre derivaron la decisión de redirigir los pasos en este sentido y a partir del año 2005 se comenzó a utilizar la plataforma Moodle.

Con anterioridad se habían comenzado a utilizar los CVR, sin embargo, existía dependencia del proveedor para el mantenimiento del sistema, y aunque se logró catalogar un grupo de materiales y se realizaron actividades metodológicas a través de ellos, se decidió abandonar este proyecto.

Otras acciones fueron la creación de sitios Web con contenidos de las distintas asignaturas y la utilización de un sitio Web (Inter-nos) para el acceso a los materiales audiovisuales. Sin embargo, los sitios de las asignaturas no tenían una estructura ni organización homogénea, y en ninguno de los dos casos los recursos tenían una adecuada catalogación.

Con el comienzo de la utilización de Moodle en la universidad, se inició el proceso de migración de los contenidos docentes en los sitios Web de las asignaturas hacia dicho LMS. Sin embargo, en la actualidad estos contenidos no son diseñados como OA, y a pesar de las grandes ventajas que ofrece Moodle para el diseño de cursos, tiene limitaciones respecto a la gestión de los contenidos como OA dentro del mismo.

Por todo lo anteriormente expresado se plantea como **problema de investigación** ¿Cómo favorecer la reutilización de objetos de aprendizaje en diferentes contextos de enseñanza-aprendizaje en la Universidad de Ciencias Informáticas?

**Objeto de investigación:** La reutilización de contenidos educativos en la Universidad de las Ciencias Informáticas, **Campo de acción:** Gestión de objetos de aprendizaje.

**Objetivo:** Desarrollar un conjunto de herramientas Web basadas en estándares que permitan la reutilización de objetos de aprendizaje en diferentes contextos de enseñanza-aprendizaje.

**Idea a defender:** La reutilización de objetos de aprendizaje en diferentes contextos de enseñanza-aprendizaje puede alcanzarse mediante un conjunto de herramientas que operan acorde a estándares educativos.

Para dar cumplimiento al objetivo se plantean las siguientes **tareas**:

- Análisis de los conceptos, tecnologías, tendencias y proyectos más importantes relacionados con e-Learning.
- Análisis de los estándares educativos que permiten la reutilización de objetos de aprendizaje y los que garantizan la interoperabilidad entre las aplicaciones e-Learning.

- Desarrollo de herramientas basadas en estándares educativos para la gestión de objetos de aprendizaje.
- Proponer una estructura que integre las distintas herramientas interoperables, utilizando estándares educativos.

Para el cumplimiento de estas tareas se utilizarán los **métodos teóricos** de Análisis - Síntesis para procesar la información y elaborar conclusiones, y el Histórico-Lógico para el estudio del marco teórico de la investigación.

En este trabajo se exponen, en etapas ordenadas cronológicamente, los resultados de la aspirante. Durante la **primera etapa**, 2004-2005, se abordan sus resultados en el proyecto que dio origen a esta investigación; un proyecto de Educación a Distancia financiado por el MES, creado en la Facultad de Informática-Matemática de la Universidad de Holguín en el año 2001, con el objetivo inicial de desarrollar una plataforma de soporte para la puesta en práctica de cursos a distancia para la superación de cuadros del territorio. Este proyecto marca el inicio de la labor investigativa de la aspirante, donde trabajó como desarrollador principal, participando además en su organización y creación.

Resultados parciales del Proyecto Productivo (“Desarrollo y Soporte de Herramientas para la Teleformación”) son presentados también, enmarcados en la **segunda** (2005-2006) y **tercera** etapas (2006-2007) y se incluye una sección con propuestas acerca del **trabajo futuro**. En este proyecto la aspirante ha trabajado como Líder de Proyecto desde su creación, definiendo, conceptualizando y dirigiendo sus líneas de

investigación de lo que hoy constituye el Polo Productivo<sup>12</sup> de Teleformación de la Facultad 10 de la Universidad de Ciencias Informáticas.

Las herramientas desarrolladas, aún cuando no están completamente integradas, son de gran importancia para la comunidad universitaria en general y no solo para la UCI. Ellas pueden contribuir a la asimilación de la tecnología de OA, elevando la cultura que existe al respecto entre los profesores, al tiempo que se desarrolla la nueva generación de herramientas.

Los resultados publicados relacionados con esta investigación se relacionan a continuación:

- Anexo 1: "Plataforma para el desarrollo de e-Learning en la Universidad de Holguín 'Oscar Lucero Moya'", Trabajo de Diploma, Universidad de Holguín. (Julio, 2005)
- Anexo 2: "Propuesta de reutilización de contenidos a través de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje". Presentado en Universidad 2006. (Febrero 2006)
- Anexo 3: "Herramientas para la Creación y Gestión de Objetos de Aprendizaje Reutilizables". Presentado en el II Taller de Software Libre en la Segunda Conferencia Científica. UCIENCIA 2006. (Julio 2006), en el III Encuentro Anual del Taller Iberoamericano de la Enseñanza de la Física. (Febrero 2007), el III Taller Internacional de Software Libre durante la XII Convención y Expo Internacional Informática 2007. (Febrero 2007) y en XII Exposición Provincial Forjadores del Futuro. (Febrero 2007)
- Anexo 4: "Herramientas Web para la reutilización de contenidos educativos"<sup>13</sup>. Presentado en el VI Simposio Internacional de Tele-Educación y Formación

---

<sup>12</sup> Polo Productivo: forma organizativa adoptada por la producción en la UCI que integra grupos de trabajo que comparten líneas de investigación y desarrollo.

Continúa durante la XII Convención y Expo Internacional Informática 2007. (Febrero 2007)

- Anexo 5: “La Web Semántica y la recuperación de contenidos educativos”. Presentado en el VI Simposio Internacional de Tele-Educación y Formación Continua durante la XII Convención y Expo Internacional Informática 2007. (Febrero 2007)
- Anexo 6: “Moodle: algunas consideraciones prácticas sobre su implementación”. Presentado en la Tercera Semana Tecnológica del MIC. (Abril 2006)
- Anexo 7: “Sobre clusters, las universidades cubanas y plataformas de teleformación”. Presentado en el II Taller de Software Libre en la Segunda Conferencia Científica. UCIENCIA 2006. (Julio 2006)
- Anexo 8: “Generación de sitios Web a partir de cursos en la plataforma Moodle”. Presentado en el VI Simposio Internacional de Tele-Educación y Formación Continua durante la XII Convención y Expo Internacional Informática 2007. (Febrero 2007)

---

13 Los Anexos 2 y 3 se refieren a las mismas versiones de las herramientas, pero en Anexo 2 se abordan aspectos sobre su construcción y el Anexo 3 está más orientado a su uso.

## DESARROLLO

### ***Primera Etapa (2004-2005): Repositorio de Objetos de Aprendizaje dentro de la plataforma Moodle.***

Moodle es un proyecto de software libre que está en constante evolución, en su sitio oficial (<http://www.moodle.org>) se registran todos los cambios que se realizan, los nuevos desarrollos y la planificación para nuevas versiones. En el año 2004 no existía ninguna referencia en dicha planificación acerca de los ROA. En las versiones de Moodle de esa fecha, ya este LMS era capaz de importar paquetes SCORM (en los Anexos 2, 3 y 4, se explica de Modelo SCORM en detalle) hacia un curso a través de la actividad<sup>14</sup> "SCORM", pero no tenía la posibilidad de reutilizarlos en otros cursos dentro de la plataforma.

Con este objetivo se creó un ROA (Ver Anexos 1 y 2) accesible por los profesores y administradores a través de todos los cursos de Moodle. Se podía acceder al repositorio directamente, a través del panel de administración en la página principal de un curso, o durante el proceso de montaje y diseño del curso, incluyendo una nueva actividad "Importar RLO".

El ROA permitía realizar búsquedas por nombre, categoría, por ambas, o por palabras clave; examinar los OA de cada paquete y los contenidos de cada OA.

Además, permitía renombrar los paquetes, borrarlos, eliminarlos, recuperarlos, mostrar metadatos de un paquete, subir un nuevo paquete desde la PC, y guardar paquetes. Si el profesor utilizaba la variante de acceder al ROA a través de la actividad "Importar RLO", podía subir a su curso paquetes SCORM u OA individuales.

---

<sup>14</sup> Las actividades y los recursos son los nombres que se utilizan para nombrar los elementos que constituyen un curso en Moodle.

Para crear paquetes de OA, por ejemplo SCORM, se utilizan herramientas de autor, que se han desarrollado en paralelo a los ROA. Estas permiten crear contenidos estandarizados de forma que puedan ser exportados hacia ROAs, que son los encargados de gestionarlos.

Existe diversidad de herramientas de autor, pero a pesar de que se han desarrollado algunas bastante cómodas de utilizar como LOMPAD y eXeLearning, estas por lo general no son completas en cuanto al manejo de los metadatos o al empaquetamiento, por lo que muchas veces se necesita la utilización de varias herramientas para completar el ciclo de creación de paquetes de OA.

El sistema se probó con paquetes SCORM generados por la herramienta de escritorio de libre distribución Reload Editor 2.0.2, la cual en ese momento era la más utilizada con estos fines a nivel internacional. Reload Editor ha evolucionado hacia nuevas versiones y continúa prevaleciendo sobre otros proyectos en la actualidad. Sin embargo la deficiencia que presenta está relacionada con su mayor virtud, y es precisamente que por ser tan completa es compleja de utilizar.

Aunque este repositorio resolvía la gestión centralizada de OA estandarizados, éstos debían ser importados a Moodle. Además, se perdía la posibilidad de la “alimentación” del ROA a partir de los cursos ya montados en Moodle debido en gran medida a la inmadurez existente respecto a la utilización de la tecnología de OA.

Moodle por ser un LMS, tiene limitaciones para el manejo de contenidos granulados y no poseía, ni posee aún, posibilidades de exportación de cursos, o partes de estos, como paquetes SCORM.

Por otro lado, comenzaron a surgir proyectos sobre ROAs a escala mundial que apuntaban hacia el desarrollo de los mismos como sistemas independientes, lo que

permite no forzar la utilización de un LMS en particular. La mayoría de estos proyectos (CAREO, MARCOPOLO, MERLOT, ALEJANDRÍA, MOREA, COLOR, APROA) eran de libre uso pero de código cerrado.

***Segunda Etapa (2005-2006): Herramienta de Autor y Repositorio de Objetos de Aprendizaje.***

En un trabajo realizado en Abril de 2006 (Anexo 6), se analizaron los proyectos registrados en EduForge<sup>15</sup>, sitio de referencia sobre el desarrollo de proyectos “open source”, y sólo existían registrados en ese momento tres sobre herramientas de autor y uno sobre repositorios de OA.

Ya para esta fecha se estaba trabajando en el desarrollo de dos herramientas Web (“ROXS” y “ROA”) que permiten la creación y gestión de objetos de aprendizaje, desarrolladas utilizando software “open source” (código abierto) con tecnología LAMP (Ver Anexos 3 y 4). Se basan además en el estándar SCORM. Estas herramientas pudieran ser utilizadas de conjunto con diferentes LMS, mientras que estos soporten dicho estándar.

**Herramienta de autor “ROXS”:** Es una herramienta que permite describir y empaquetar OA según el estándar SCORM. Debido a que el llenado de los metadatos es un proceso engorroso para el creador de contenidos común (profesor), se realiza parte de este proceso de forma automática (valores predefinidos), y algunos campos deben llenarse de forma obligatoria.

---

<sup>15</sup> <https://eduforge.org>

Cada usuario puede actualizar los paquetes SCORM que haya creado con anterioridad, cambiarles los metadatos que lo describen, borrarlos definitivamente, así como ver una vista previa de cómo se visualizará el paquete SCORM en un LMS.

Una dificultad consiste en que el paquete SCORM generado debe ser bajado hacia la PC, y sólo después de hecho esto es que puede ser guardado en un ROA. Por otro lado, no se implementaron todos los campos del LOM.

**Repositorio de Objetos de Aprendizaje “ROA”:** Es un repositorio de OA empaquetados según el estándar SCORM. Los paquetes son agrupados por categorías (definidas por los usuarios al subir el paquete), una vez que ha sido verificado que cumple con dicho estándar.

Se muestran los paquetes almacenados, agrupados o no por categorías, según seleccione el usuario. Además puede explorar el contenido de los paquetes, emitir juicios valorativos sobre ellos o sobre un OA en específico. Permite cambiar el nombre y/o la categoría de los paquetes aportados al repositorio y especificar si estarán disponibles o no para el resto de los usuarios, así como borrarlos definitivamente. Se realizan búsquedas tanto por las categorías como por algún campo de los metadatos.

A finales del año 2006 se comenzó a trabajar en la extensión de las funcionalidades de estas herramientas<sup>16</sup>. Se creó un perfil de administración para cada una de estas aplicaciones, de forma que se pudiesen configurar algunas variables operacionales del sistema, como el idioma, la gestión de usuarios y sus privilegios, así como la forma de autenticación.

Se completaron en ROXS los campos de metadatos que faltaban por implementar.

---

<sup>16</sup> Estos resultados no han sido publicados aún.

En la nueva versión de ROA, además del administrador, se incluyeron los siguientes perfiles de usuario: invitados, autores y revisores técnicos. Los usuarios invitados pueden hacer búsquedas y descargar los paquetes SCORM. Los autores pueden subir nuevos paquetes, modificar los metadatos de los mismos. Los revisores deben auditar los paquetes antes de ser publicados, estos revisores son asignados por categorías.

En el Anexo 4, se plantea que se trabajaba en la sindicación de OA. En esta etapa se logró la sindicación de los paquetes de la sección “paquetes más recientes”, y se continúa trabajando en la sindicación por categorías, de forma que los usuarios puedan personalizar los contenidos utilizando canales RSS.

Se extendieron las búsquedas de forma que se pueden realizar de dos tipos: una búsqueda general por categoría o autor; y una búsqueda avanzada por metadatos, especificando hasta cinco campos de metadatos a la vez. De cada paquete encontrado se muestra una información general que incluye título, descripción, categoría, autor y fecha. Cada uno de ellos puede ser descargado, o puede verse sus metadatos, o su estructura.

Ambas herramientas utilizan estándares que posibilitan el intercambio de contenidos entre sistemas y además son homogéneas en cuanto a la tecnología utilizada. Sin embargo, no son interoperables completamente y el hecho de no estar interconectadas hace más dificultoso el proceso de reutilización.

En el Anexo 4 se plantea que se estaba trabajando en la creación de ontologías con la finalidad de obtener un repositorio semántico que extendería las posibilidades de las búsquedas, cuestión que se abordará en el próximo acápite.

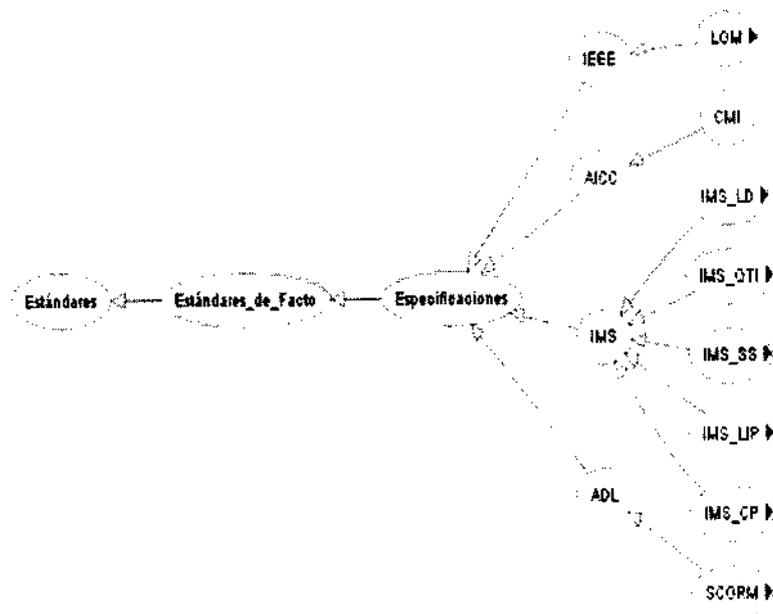
### ***Tercera Etapa (2006-2007): Hacia un Repositorio Semántico.***

En el trabajo que se incluye en el Anexo 5, se presentan las ideas iniciales de un Repositorio Semántico de Objetos de Aprendizaje (RSOA). La propuesta se basa en los conceptos de la *Web Semántica*, en particular en la construcción de *ontologías* utilizando Ontology Web Language (OWL), recomendación de la W3C para aplicaciones de la *Web 2.0*.

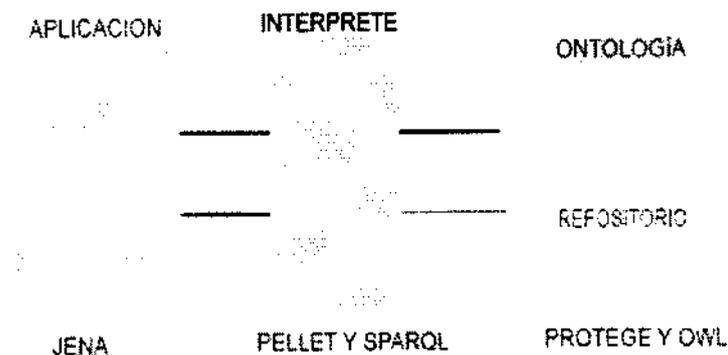
Las ontologías deben permitir que las búsquedas que se hagan sobre el repositorio (evolución del actual) sean más ricas al poder realizar búsquedas más complejas potenciadas con posibilidades de razonamiento.

La propuesta se ejemplifica a través de la implementación de una ontología para un dominio específico. En la Figura 1 se puede observar una ontología definida para el dominio de los estándares educativos.

Se muestra un prototipo de RSOA que se basa en la construcción de una ontología a partir del ROA (Ver Figura 2). Se emplean como herramientas, además del lenguaje OWL, Protégé como editor de ontologías; para visualizar el contenido de la ontología se utiliza una aplicación construida por Jena; el razonador Pellet para realizar inferencias sobre la ontología; y por último para hacer consultas en la BD se utiliza SPARQL. Todas estas herramientas están orientadas en la línea del lenguaje Java.



**Figura 1:** Ontología sobre estándares educativos.



**Figura 2:** Prototipo de repositorio semántico.

Las extensiones a las herramientas descritas en la sección anterior (como la sindicación de paquetes y OA individuales), y un entramado de ontologías desarrolladas con las herramientas mencionadas a partir de los contenidos del repositorio ROA, darán lugar a

un verdadero RSOA. Las ontologías lo dotarán de posibilidades de búsqueda extendidas, y potencialidades para realizar inferencias.

***Trabajo Futuro: Framework basado en estándares.***

Las herramientas desarrolladas pueden ser consideradas como una primera iteración del desarrollo de un framework para el e-Learning, en el que éstas están relativamente aisladas y que la forma de comunicación entre ellas es a través de ficheros (paquetes de OA); la segunda iteración, en la que se trabaja actualmente, garantizará la interoperabilidad entre los diferentes componentes; y la próxima iteración estará basada en servicios.

Como parte de la segunda iteración se trabaja en lograr la comunicación entre Moodle y ROA, así como entre este último y ROXS, utilizando el estándar Simple Query Interface (SQI). La intención es garantizar al menos que los contenidos ya presentes en el LMS sean indexados dentro del ROA y hacer más fácil la búsqueda y uso de los OA en el ROA desde dentro del LMS, así como facilitar la creación de nuevos paquetes utilizando los OA ya existentes en ROA. SQI es un estándar para repositorios digitales que utiliza el estándar LOM (LTSO, 2007). Es el más utilizado con este propósito.

En el Anexo 8 se plantea una solución (módulo C2Site) para exportar cursos en forma de sitios web y portarlos en dispositivos de almacenamiento externo sin la necesidad de tener instalado este LMS. Actualmente, Moodle sólo permite exportar cursos (no estandarizados), y por tanto sólo pueden ser reutilizados en el propio Moodle haciendo el proceso inverso (restaurar curso).

Como se planteó en este mismo anexo, se pretende que Moodle exporte cursos completos o porciones de estos en forma de paquetes SCORM, de modo que puedan

ser incluidos en repositorios o importados en alguna plataforma que sea capaz de aceptarlos.

Para lograr esto se comenzó a hacer un mapeo de las descripciones de los elementos de un curso de Moodle con los metadatos propuestos por LOM. Se debe lograr además generar SCORMs de cualquier nivel de granularidad a partir de Moodle, aprovechando los contenidos ya publicados en Moodle para el llenado automático de ROA.

Se realizará un motor de búsqueda que recorrerá recursivamente las carpetas de los cursos de Moodle, generando los paquetes, haciendo el autocompletamiento de los metadatos, y clasificándolos por niveles a partir de la organización que tengan en Moodle (cursos, actividades, etc) y se indexarán dentro del repositorio. El repositorio deberá ser capaz de intercambiar información con LMSs a través de una interfaz basada en el estándar SQL.

En los Anexos 6 y 7 se analizan los aspectos técnicos y metodológicos que se tuvieron en cuenta para la elección de Moodle como plataforma en la UCI. Por otro lado, se analizan las características de la UCI en cuanto a cantidad de usuarios, posible nivel de concurrencia, cantidad de cursos, etc. para hacer propuestas acerca de la infraestructura necesaria para garantizar un correcto performance de Moodle.

Una de las conclusiones a las que se arribó es que el uso de clusters es un imperativo. Por extensión, el mismo análisis habría que hacerlo para la integración de las herramientas; por tanto, este será un elemento a tener en cuenta en su desarrollo.

Para la tercera iteración, se tendrá en cuenta que existe una tendencia actual en el desarrollo de aplicaciones para la Web hacia la utilización de Arquitecturas Orientadas a Servicios, en interés de garantizar la interoperabilidad de los sistemas siguiendo una filosofía en la que un sistema, proveedor de servicios, es el “productor” y otro, que

Web que están a la disposición de otras aplicaciones que sean capaces de consumirlos.

El e-Learning no escapa a esta tendencia. En la consulta realizada en Abril de 2006 (Anexo 6) sobre los proyectos registrados en EduForge, sólo se reportaba un proyecto dedicado a Servicios Web, sin embargo en estos momentos (Junio 2007) se reportan 23.

Un punto de referencia lo constituye la iniciativa ELF<sup>17</sup> (E-Learning Framework) del Comité Conjunto de Sistemas de Información del Reino Unido (JISC), el Departamento de Educación, Ciencia y Entrenamiento de Australia (DEST), y el Laboratorio de Arquitectura de Servicios de Aprendizaje (LSAL), y otros; para construir un “enfoque común a las Arquitecturas Basadas en Servicios<sup>18</sup> para la Educación”.

Como los consumidores de servicios pueden acceder a un servicio sin tener ningún conocimiento del sistema que lo provee, se puede reemplazar dicho sistema sin afectar los sistemas dependientes de ellos. En el contexto que nos ocupa, significa que si se utiliza SOA, se puede cambiar cualquiera de sus componentes del framework y este se debe seguir comportando de la misma forma. Para la arquitectura referida tiene un papel preponderante la propuesta OKI (Open Knowledge Initiative). OKI (Open Knowledge Initiative), que define una arquitectura abierta y extensible de un sistema e-Learning, especificando cómo se comunican sus componentes entre ellos y con otros sistemas.

En la Figura 3 se muestra cómo se integrarían todas las aplicaciones.

---

<sup>17</sup> <http://www.elframework.org>

<sup>18</sup> SOA: Service Oriented Architecture

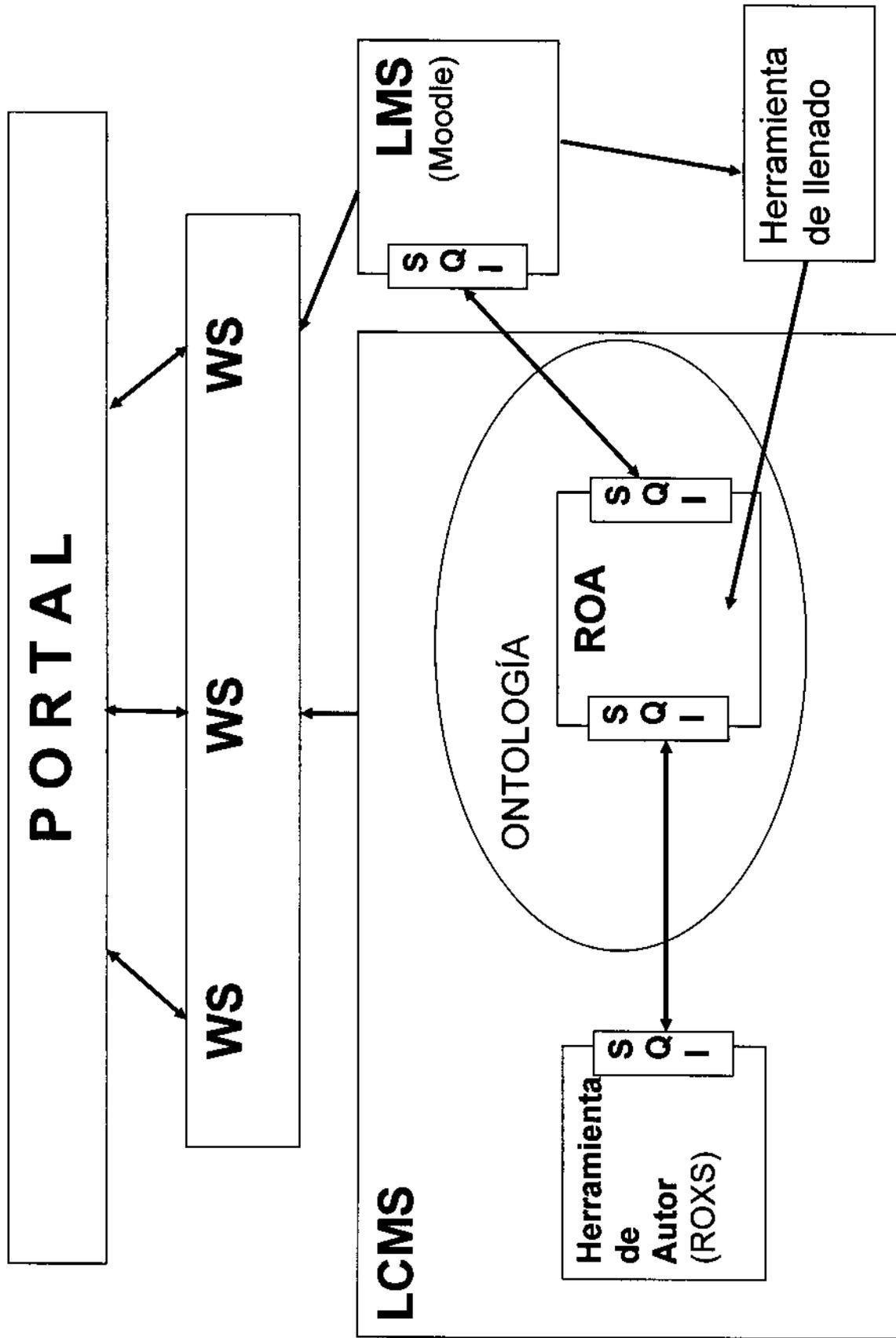


Figura 3: Integración de todas las soluciones en un framework

## **CONCLUSIONES**

Se han arribado a las siguientes conclusiones:

- El ROA desarrollado dentro de Moodle permite la reutilización de los objetos de aprendizaje dentro del mismo, sin embargo es más efectivo desarrollarlo como un sistema independiente garantizando la comunicación entre este y el LMS.
- Se desarrolló una generación de herramientas que permiten la gestión de objetos de aprendizaje, y aunque con limitaciones, resolvían carencias de las herramientas libres disponibles en Internet.
- Se probó un conjunto de herramientas que permitió elaborar un procedimiento para la construcción de ontologías que puede ser extendido a dominios más amplios y que darán lugar a un repositorio semántico.
- La comunicación entre ROA y Moodle utilizando SQL, garantizará la "alimentación" del ROA a partir de los contenidos presentes en Moodle y facilitará el uso y reuso de los objetos de aprendizaje dentro de este.
- La comunicación entre ROA y ROXS a través de SQL, hará posible el llenado de ROA con mayor eficiencia.
- Con la integración de todas las soluciones en un framework basado en estándares, se garantizará la interoperabilidad de todas ellas y por tanto en mayor medida la reutilización de los contenidos.

## **RECOMENDACIONES**

- Comenzar a utilizar las herramientas en la Universidad de Ciencias Informáticas como una primera etapa en la preparación del personal docente en la tecnología de objetos de aprendizaje.
- Continuar extendiendo las funcionalidades de las herramientas y concluir el desarrollo de las soluciones propuestas.
- Mantener la vigilancia sobre el desarrollo de los estándares educativos y las tecnologías asociadas, así como de los proyectos que los ponen en práctica para futuros desarrollos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AulaGlobal (2005): Observatorio de e-Learning. Disponible en: <http://www.aulaglobal.net.ve/observatorio/mobile/articles.php?lng=es&pg=86>. Consultado: 5/05/07
2. Cabrera, J. F y Lorenzo, O. (2006): Centro Virtual de Recursos: Modelo y su Aplicación. Revista Cubana de Ciencias Informáticas. Vol.1, No 1.
3. Cabrera P. K. y Martínez G. A. (2007): "Propuesta Metodológica para la Gestión de Conocimiento Basada en Ontologías" Trabajo de Diploma. UCI, Julio, 2007. Tutores: Ing. Daymy Tamayo Avila y MSc. David Leyva Leyva.
4. Engineering Data Management Service (2007): Engineering Data Management Glossary. EDMS. Disponible en: <http://www.cedar.web.cern.ch/CEDAR/glossary.html>. Consultado: 2/06/07
5. Jardines, M. J. B. (2007): Educación en red: mucho más que Educación a Distancia. Experiencia de las universidades médicas cubanas. Disponible en: <http://www.informatica2007.sld.cu/Members/anaq/educacion-en-red-mucho-mas-que-educacion-a-distancia-experiencia-de-las-universidades-medicas-cubanas/2007-02-05.8292018904/download> Consultado: 2/06/07
6. Learning Circuits (2007): Glosario de la Learning Circuits. Disponible en: <http://www.learningcircuits.org/glossary> Consultado: 2/06/07
7. López, G. C. (2005): Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-Learning, Tesina doctoral, Universidad de Salamanca. Disponible en: <http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/repositorios/>. Consultado: 5/05/07

8. LTSO (2007): Estudio sobre estándares. Disponible en: <http://www.cen-itso.net/Users/book/CEN-LTSO-eng.pdf> Consultado: 2/05/07
9. Martínez, J. A y Lara, P. (2006): Interoperabilidad de los contenidos en las plataformas de e-Learning: normalización, bibliotecas digitales y gestión del conocimiento. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 3, No 2. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/780/78030206.pdf> Consultado: 10/06/07
10. Ochoa, X. y Parra, G. (2006): Integration of Learning Object Repositories with Learning Management Systems. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL, Ecuador). Ponencia presentada en International Conference "Virtualization in Higher Education" and the Workshop "Sustainability Of ICT in Education"
11. Red TTnet (2005): La formación sin distancia. Estudio realizado por el Grupo de Estudio de e-Learning de la red TTnet. Disponible en: [http://www.inem.es/otras/TTnet/pdfs/LIBRO\\_laformacionsindistancia.pdf](http://www.inem.es/otras/TTnet/pdfs/LIBRO_laformacionsindistancia.pdf) Consultado: 10/06/07
12. Valdés, P. V. G. (2006): Virtual campus architecture: a proposal for some component spaces Central University "Marta Abreu" of Las Villas, Santa Clara, Cuba. Ponencia presentada en International Conference "Virtualization in Higher Education" and the Workshop "Sustainability Of ICT in Education".

## **GLOSARIO**

**Metadatos:** Toda aquella información descriptiva sobre el contexto, calidad, condición o característica de un recurso, que tiene la finalidad de facilitar su recuperación, autenticación, evaluación, preservación o interoperabilidad (Martínez y Lara, 2006).

**Interoperabilidad:** Capacidad de diferentes sistemas informáticos, aplicaciones y servicios, para comunicar, compartir e intercambiar datos, información y conocimientos, de una forma precisa, efectiva y consistente; para funcionar e integrarse de forma correcta con otros sistemas, aplicaciones y servicios, así como ofrecer nuevos productos electrónicos (Martínez y Lara, 2006).

**Framework:** Un framework es una estructura extensible para describir un conjunto de conceptos, métodos, tecnologías, y cambios culturales necesarios para el proceso completo de diseño y manufactura de un producto (Engineering Data Management Service, 2007).

## **ANEXOS**

- Anexo 1: Plataforma para el desarrollo de e-Learning en la Universidad de Holguín 'Oscar Lucero Moya'.
- Anexo 2: Propuesta de reutilización de contenidos a través de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje.
- Anexo 3: Herramientas para la Creación y Gestión de Objetos de Aprendizaje Reutilizables.
- Anexo 4: Herramientas Web para la reutilización de contenidos educativos.
- Anexo 5: La Web Semántica y la recuperación de contenidos educativos.
- Anexo 6: Moodle: algunas consideraciones prácticas sobre su implementación.
- Anexo 7: Sobre clusters, las universidades cubanas y plataformas de teleformación.
- Anexo 8: Generación de sitios Web a partir de cursos en la plataforma Moodle.

**PLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE E-LEARNING EN LA  
UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN "OSCAR LUCERO MOYA"  
TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO  
INFORMÁTICO**

**Autores:**

Daymy Tamayo Avila

daymy.tamayo@facinf.uho.edu.cu, daymyt83@yahoo.es

Andrey Querejeta Rodríguez

andrey.querejeta@facinf.uho.edu.cu

**Tutores:**

MSc David Leyva Leyva

david@facinf.uho.edu.cu, dleyval@yahoo.com

Dr C. Félix Expósito Rodríguez

felix.rodriguez@facinf.uho.edu.cu

Departamento de Informática

Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya"

CUBA

**Resumen**

En los últimos años la enseñanza virtual ha ocupado un lugar significativo en el entorno educativo a escala mundial, lo que ha propiciado la aparición de novedosas tecnologías y numerosas propuestas de estandarización. Con este trabajo "Plataforma para el desarrollo de e-Learning en la Universidad de Holguín 'Oscar Lucero Moya'", se pretende impulsar el uso eficiente de esta modalidad educativa en la Universidad de Holguín.

Para su elaboración se realizó un profundo estudio de estas últimas tendencias, lo cual derivó la decisión de utilizar software "open source" (código abierto) para el logro de esta propuesta: una plataforma Web flexible, de fácil administración e interacción agradable y de fácil uso, que posibilite la utilización de las teorías, técnicas y herramientas más actuales para la implementación y utilización de *elearning*.

## Anexo I

---

Para ello se adaptó la plataforma original al entorno donde se explotará y se le agregó un Repositorio de Objetos de Aprendizaje para la reutilización de los contenidos educativos y un importante módulo estadístico que facilita la obtención de información para la gestión de cursos y la administración del sistema. Se utilizó RUP como metodología de desarrollo y se realizó un estudio de factibilidad.

## PROPUESTA DE REUTILIZACION DE CONTENIDOS A TRAVES DE UN REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

MSc David Leyva Leyva  
[david@facinf.uho.edu.cu](mailto:david@facinf.uho.edu.cu)  
[dleyval@yahoo.com](mailto:dleyval@yahoo.com)

Ing. Daymy Tamayo Avila  
[daymy.tamayo@facinf.uho.edu.cu](mailto:daymy.tamayo@facinf.uho.edu.cu)  
[daymyt83@yahoo.es](mailto:daymyt83@yahoo.es)

Departamento de Informática  
Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya"  
CUBA

### Resumen

En los últimos años la enseñanza virtual ha ocupado un lugar significativo en el entorno educativo a escala mundial, lo que ha propiciado la aparición de novedosas tecnologías y numerosas propuestas de estandarización. Los resultados que se exponen en este trabajo son una primera aproximación al uso de herramientas y conceptos nuevos en nuestra universidad a tono además con los estándares utilizados actualmente a nivel mundial.

Para su realización, se hizo un profundo estudio de las tendencias actuales en la teoría del e-learning. Además, se tomó la decisión de utilizar software "open source" (código abierto) para lo cual se evaluaron herramientas disponibles en este ambiente que nos permitieran lograr obtener una plataforma Web flexible, de fácil administración e interacción agradable y de fácil uso.

Se propone una extensión de la plataforma Moodle, un CMS<sup>1</sup> (Course Management System o Content Management System) de libre distribución que cuenta con una amplia comunidad de usuarios en todo el mundo. La extensión consiste en un nuevo módulo que implementa un Repositorio de Objetos de Aprendizaje<sup>2</sup> para la reutilización de contenidos educativos. Se le agregaron además nuevas funcionalidades para la obtención de información estadística que facilitan la gestión de cursos y la administración del sistema.

---

<sup>1</sup> Estas siglas por lo general son utilizadas para referirse a Content Management System (Sistema de Administración de Contenidos) aunque en la documentación del Moodle se define como Course Management System (Sistema de Administración de Cursos)

<sup>2</sup> Los Objetos de Aprendizaje (Learning Objects), también referidos por algunos autores como Objetos Didácticos, constituyen una nueva tecnología, que utiliza estándares para la construcción de objetos interoperables y adaptables para la creación de cursos basados en la Web.

El objetivo principal de las universidades cubanas, y dentro de estas, la Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", es la formación de profesionales cada vez más integrales. Para ello el establecimiento de nuevas formas de enseñanza-aprendizaje, que amplíen las posibilidades de acceso al conocimiento, es un punto de vital importancia a considerar, mucho más si se toma en cuenta el proceso de Universalización de la Enseñanza que llevan a cabo las universidades cubanas en la actualidad.

Una solución efectiva para el logro de este objetivo es el *e-learning*, puesto que los avances en las tecnologías de la información y los nuevos progresos en el conocimiento de la forma en que aprendemos en los últimos años, proporcionan oportunidades de crear nuevos ambientes de aprendizaje que posibilitan que las personas puedan aprender online, lo cual convierte el e-learning en una modalidad de gran demanda en la oferta educativa actual. Esta modalidad se caracteriza por usar las redes de computadoras y páginas Web como mecanismo de mediación en el proceso de aprendizaje [Piskurich, 2003], lo cual mejora ampliamente la comunicación entre los que aprenden y los tutores, y ha abierto las puertas al desarrollo del aprendizaje colaborativo.

El e-learning o enseñanza a distancia a través de medios telemáticos, ha adquirido una popularidad creciente en los últimos años, así lo demuestran los cientos de universidades, institutos y empresas que se han introducido en esta forma de enseñanza. Este auge ha traído como consecuencia que se requiera de una estandarización para que los sistemas de educación en línea se comuniquen y compartan información. La aparición de estándares ha sido necesario debido a la gran variedad de formas que se utilizan para diseñar, desarrollar y distribuir materiales a los estudiantes.

Es común al hacer una revisión de los recursos didácticos ofrecidos en Internet, encontrar que muchos de ellos tienen tópicos parecidos. Lo deseable sería poder encontrar cursos bien estructurados con tópicos genéricos que abarcaran las características más relevantes del curso, y que además las instituciones y grupos interesados en el desarrollo de cursos pudieran compartir sus recursos para generar nuevos materiales instruccionales. Con ese fin ha surgido la tecnología de los *Objetos de Aprendizaje*.

Dado que las plataformas que se desarrollan en la actualidad no deben obviar el requisito de seguir los estándares, y dado además que Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) los usa, y un estudio comparativo realizado [Tamayo, 2005] mostró superiores bondades respecto a herramientas de código abierto similares, se decidió utilizar esta plataforma para implementar una nueva versión del sitio de Educación a Distancia de la Universidad de Holguín. Este sitio surgió como parte de un proyecto aprobado por el MES en el año 2001. Desde ese año se implementaron diferentes versiones del sitio, y diferentes resultados parciales fueron presentados en varios eventos como Forum de Ciencia y Técnica, Matinfo 2003 y el Concurso Nacional de Computación. [Tamayo, 2004]

Moodle es un Sistema para la Administración de Cursos, construido sobre la base de la *pedagogía social constructivista*<sup>3</sup>, utilizado para generar cursos basados en Internet. Se utilizó la versión 1.4.3 de Moodle.

Como que es un software "open source", bajo licencia GNU/GPL, permite su uso libremente para la adaptación, arreglo de errores, inclusión de nuevos rasgos o realizar mejoras. Además de ser totalmente gratuita su obtención, y no tener que pagar nada por su licencia o por versiones revisadas, nadie puede obligar a actualizar, adoptar rasgos que no se deseen o cumplir con condición alguna para su uso.

Moodle ha sido desarrollado en el entorno PHP combinado con MySQL (sobre Linux, Windows, y Mac OS X), y además usa la librería ADOdb para la abstracción de bases de datos, lo que significa que Moodle puede usar más de diez marcas diferentes de bases de datos. [Dougiamas, 2005]

Moodle tiene una vasta y activa comunidad de personas que están usando y/o desarrollando el sistema. A esta comunidad se puede acceder a través del sitio <http://www.moodle.org/>. Esta comunidad ha constituido un punto crítico en el éxito de este sistema; con tantos usuarios globales, hay siempre alguien que puede contestar una pregunta o puede dar consejo.

La filosofía con que ha sido diseñado Moodle no está enfocada a entregar información simplemente, sino en compartir ideas, haciendo partícipes a todos en el proceso de construcción de conocimiento. Moodle no sólo ofrece herramientas para el aprendizaje, sino que posibilita la creación y adaptación de ellas, haciendo énfasis en las herramientas para la discusión y el compartimiento de artefactos.

Estas tres ventajas descritas anteriormente: ser un software "open source", tomar los principios del constructivismo social para su diseño, y la vasta comunidad de desarrollo que posee, hacen de Moodle una poderosa herramienta para desarrollar el e-learning, considerada como una de las más completas en este espacio educativo.

El entorno de aprendizaje de Moodle se basa en un diseño modular que facilita agregar contenidos que motivan al estudiante, con un entorno configurable, y distintos niveles de usuario: los profesores y administradores (definirán estilo y operabilidad de la plataforma) y los estudiantes (definir actividades y eventos de usuario, modificar información de usuario, etc.).

El uso de *Repositorios de Objetos de Aprendizaje* es una tendencia actual en el e-learning a nivel mundial [Peñalvo, 2005], [Aedo, 2005], [Sicilia, 2005]. De un modo muy simplificado y para ganar en claridad en la exposición podemos imaginarnos un repositorio como equivalente a una *Base de Datos*.

---

<sup>3</sup> En el constructivismo, el conocimiento se crea a partir de los esquemas que la persona ya posee, es decir, con los que construyó en relación con el medio que lo rodea.

Los Repositorios están compuestos por *paquetes*, que a su vez contienen *Objetos de Aprendizaje Reutilizables (Reusable Learning Objects, RLOs)*.

Moodle permite incorporar, como un contenido o actividad más de un curso, paquetes basados en el estándar SCORM (Sharable Content Object Reference Model, Modelo de Referencia para Objetos de Contenido Compartibles), sin embargo **NO** permite compartirlos y reutilizarlos en otros cursos. Por este motivo, nos dimos a la tarea de implementar un Repositorio que se adicionara como un módulo al Moodle.

El Repositorio de Objetos de Aprendizaje que proponemos es, por tanto, un módulo completamente nuevo que se incorpora al Moodle. Su objetivo es lograr la reutilización de los contenidos de aprendizaje dentro del sistema, utilizando para ello paquetes SCORM, que es un intento de definir un formato estándar en el que encapsular objetos de aprendizaje.

Además de no poder compartir los paquetes SCORM, tampoco es posible exportar elementos del curso en formato SCORM, pero se pueden crear nuevos paquetes y subirlos a un repositorio para que puedan ser compartidos.

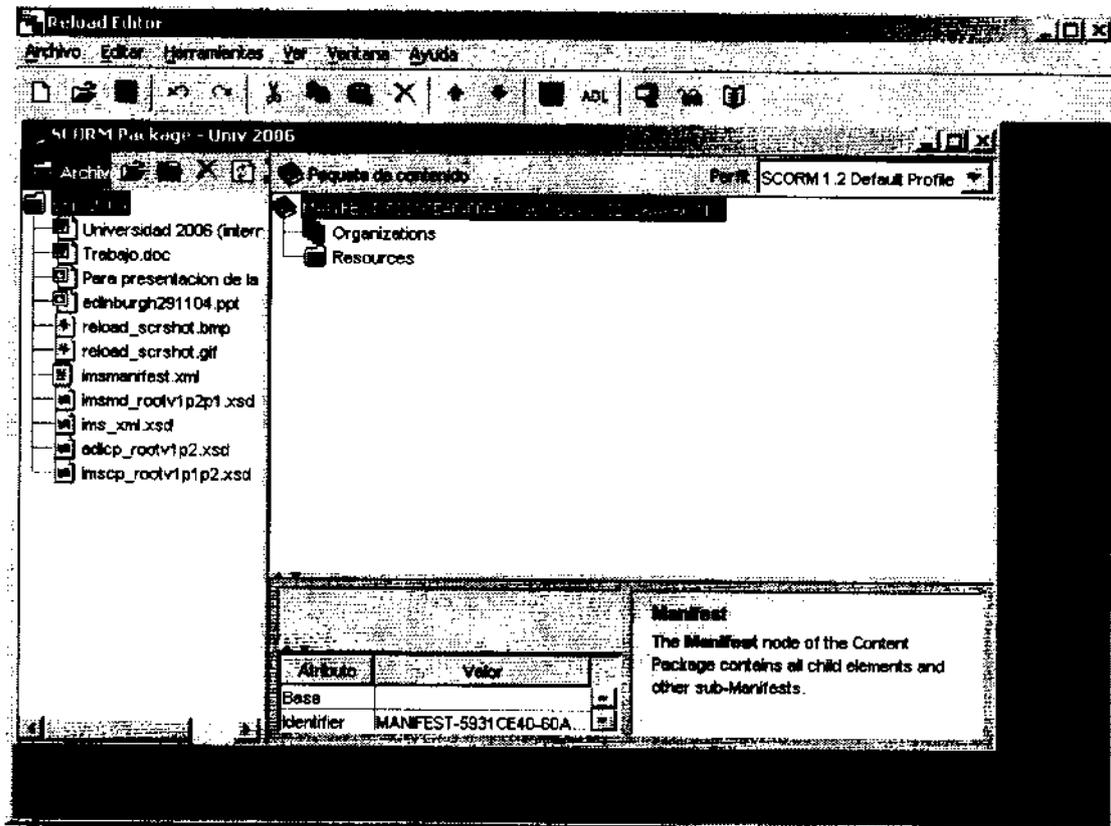
Los paquetes SCORM deben ser creados con anterioridad utilizando la herramienta de libre distribución **Reload Editor**, versión 2.0.2.

Los objetos de aprendizaje son "materiales digitales creados como pequeñas piezas de contenido o de información, con la finalidad de maximizar el número de situaciones educativas en que las que el recurso pueda ser utilizado." [Peñalvo, 2005], como por ejemplo páginas web o animaciones flash; y un paquete SCORM no es más que una serie de objetos de aprendizaje juntos, que para lograr su reutilización, son acompañados de un manifiesto, es decir, un documento donde queda reflejada la organización que le dio el autor. El contenido del manifiesto es por lo tanto *metadatos*, es decir, datos que proporcionan datos de los objetos de aprendizaje que contiene el paquete, y constituye un documento XML.

El paquete SCORM generado con Reload Editor, contiene además de los RLOs y los metadatos, las hojas de estilos encargadas de interpretar el manifiesto. Para describir los metadatos contenidos en el manifiesto es utilizado el estándar LOM (Learning Object Metadata).

La siguiente figura muestra el proceso de creación de un manifiesto asociado a un paquete SCORM de ejemplo:

## Anexo 2



Lo que se pretende es entonces, lograr compartir esos objetos de aprendizaje a través de un repositorio donde serán almacenados. A este repositorio podrán acceder los profesores y administradores del sistema.

Al repositorio se puede acceder de dos formas: a través del bloque Administración en la página principal del curso, o a través del menú de actividades de la columna central de la misma página a través de la actividad *Importar RLO*.

A través de la actividad Importar RLO el profesor sólo puede subir un paquete SCORM o un RLO a su clase. Para ello también puede utilizar las opciones de búsqueda que se muestran en la página principal del repositorio.

Cuando un profesor desea incorporar un contenido a un curso, realiza una búsqueda en el repositorio. Las búsquedas<sup>4</sup> pueden ser por Nombre, Categoría, por ambas, o por Palabras clave.

<sup>4</sup> Las búsquedas que están implementadas actualmente son búsquedas binarias, esto pudiera ser enriquecido con otros tipos de búsquedas más avanzadas que aprovechen las potencialidades que ofrecen los metadatos.

## Anexo 2

También el profesor puede ver el contenido de cada paquete y de cada objeto de aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN  
"OSCAR LUCERO MOYA"

Salir

### Repositorio de Objetos de Aprendizaje

e-learning\_Uho » Windows » Repositorio

Búsqueda: [Mostrar todo](#) | [Subir Paquete](#) | [Recuperar Paquetes](#)

Por nombre  Por categoría  Por palabras clave

PAQUETES y RLOs	RLOS del PAQUETE: Clase2_Windows
<input type="checkbox"/> Clase1_Windows	01 - Boton Inicio.mht
<input checked="" type="checkbox"/> Clase2_Windows	02 - Salir de Windows.mht
02 - Salir de Windows.mht -> Clase2_Windows	03 - Tipos de Controles.mht
<input type="checkbox"/> Clase3_Windows	

Acción que desea efectuar con los Paquetes

- Renombrar Paquete
- Borrar Paquete
- Mostrar Metadatos
- Guardar Paquete

Usted está en el sistema como Admin EduDist (Salir)

Si el acceso se realiza a través del bloque de administración entonces se podrán realizar otras acciones con los paquetes SCORM, estas pueden ser:

**Renombrar:** Se debe especificar un nuevo nombre para el paquete.

**Borrar:** Se elimina el paquete del repositorio.

**Recuperar:** Se recupera el paquete borrado del repositorio.

**Mostrar metadatos:** Se muestra una página con la descripción de los metadatos del paquete seleccionado

**Subir un nuevo paquete:** Se sube un paquete nuevo al repositorio de la PC

**Guardar paquete:** Se guarda un paquete en la PC.

Aunque el Repositorio ya se encuentra en explotación, en estos momentos hay un grupo de cursos montados y se comienza a divulgar su existencia para que pueda ser utilizado por la comunidad universitaria como una plataforma alternativa a las usadas actualmente en nuestra universidad (Microcampus, SEPAD, etc).

permitir crear los ELOs para naciones más amigables y productivas.

### **Conclusiones:**

Se ha implementado un módulo que incorpora un Repositorio de Objetos de Aprendizaje al Moodle y se ha utilizado esta plataforma de código abierto para el montaje de una nueva "generación" del sitio de Educación a Distancia (EduDist) y por consiguiente de los cursos para ser ofertados a través de la Web, obteniéndose una REAL reutilización de los contenidos.

El sistema emplea los estándares internacionales establecidos para la implementación del e-learning, para su desarrollo se utilizan las técnicas más recientes y se trabaja con la filosofía cliente servidor.

La interfaz es intuitiva, el ambiente de trabajo es cómodo y cumple los estándares de diseño establecidos por la institución. Facilita la interacción entre los participantes, la administración del sistema y los cursos.

El Repositorio de Objetos de Aprendizaje facilita la creación de los cursos y la reutilización de materiales educativos, aumentando el valor de estos al ser utilizados en distintos contextos.

### **Bibliografía**

[Aedo, 2005] Aedo Cuevas Ignacio, Santacruz Valencia Liliana Patricia, Delgado Kloos Carlos. ELO: entorno para la generación, integración y reutilización de objetos de aprendizaje.

<http://www.elearningworkshops.com/docs/scorm/elo-doc30.pdf> (1/03/05)

[Dougiamas, 2005] Dougiamas Martin. Documentación de Moodle.

<http://www.moodle.org> (3/02/05)

[Peñalvo, 2005] Peñalvo Francisco García, Guzmán Clara López, Peco Pedro Pernías. Desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de Dublin Core a IMS, RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II febrero del 2005,

[http://spdece.uah.es/papers/Lopez\\_Final.pdf](http://spdece.uah.es/papers/Lopez_Final.pdf) (1/03/05)

[Piskurich, 2003] Piskurich George M. *The AMA Handbook of E-Learning: Effective Design, Implementation, and Technology Solutions*. AMACOM 2003.

[Sicilia, 2005] Sicilia, M.A. Reusabilidad y reutilización de objetos didácticos: mitos, realidades y posibilidades. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Febrero del 2005.

<http://www.um.es/ead/red/M2/> (3/02/05)

## Anexo 2

---

[Tamayo, 2004] Tamayo Avila, Daymy; Querejeta Rodríguez, Andrey. *Sitio Web de Educación a Distancia*. Ponencia presentada en el XV Forum de Ciencia y Técnica, Holguín, junio 2004.

[Tamayo, 2005] Tamayo Avila, Daymy; Querejeta Rodríguez, Andrey. *Plataforma para el desarrollo de e-learning en la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Informático, Holguín, junio 2005.

## HERRAMIENTAS PARA LA CREACIÓN Y GESTIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE REUTILIZABLES

MSc David Leyva Leyva, Ing. Daymy Tamayo Avila  
{davidl,daymy}@uci.cu  
dleyval@yahoo.com, daymyt83@yahoo.es

Estudiantes:

Adrián Cid Almaguer, Juenlis Coss Piña,  
Annia Surós Vicente y Reinier Pernía Rodríguez  
{adriancid, juenlis, annia.suros, rpernia83}@gmail.com

Universidad de las Ciencias Informáticas  
CUBA, Junio 2006

### Resumen

En la actualidad, el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en la formación y la capacitación ha potenciado el desarrollo del e-learning. Su aplicación se ha convertido en un requisito casi indispensable tanto en centros de educación como en las empresas.

Esta situación ha implicado la aparición de novedosas tecnologías y numerosas propuestas de estandarización. Organizaciones internacionales se han dedicado a proponer estándares que garanticen la interoperabilidad, reusabilidad, durabilidad y accesibilidad de los recursos educativos entre los sistemas que administran contenidos educativos.

La tendencia actual es utilizar Objetos de Aprendizaje Reutilizables (RLOs por sus siglas en inglés), empaquetados según el estándar SCORM (Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables). Estos a su vez deben estar albergados en Repositorios para que puedan ser utilizados para la creación de cursos por los diferentes Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (LCMS).

En este trabajo se presenta una *"Herramienta de autor para la creación y gestión de objetos de aprendizaje"* y un *"Repositorio de Objetos de Aprendizaje"* desarrollados por un grupo de Investigación y Desarrollo de la Facultad 10 de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Ambos sistemas son aplicaciones Web flexibles, de fácil uso y administración e interacción agradable, desarrolladas utilizando software "open source" (código abierto). Estas herramientas pudieran ser utilizadas para complementar diferentes plataformas de educación a distancia, siempre que tengan implementados los estándares correspondientes, en el caso de la UCI la plataforma Moodle.

### **Abstract**

Nowadays, using Information and Communications Technologies for education and training is forging the development of e-learning. Its use is becoming a crucial requisite not only in educational centres but also in organizations.

This situation is producing the upraising of new technologies and numerous standardization proposals. International organizations are proposing standards to guarantee interoperability, reusability, durability and accessibility of educational resources among systems that administer educational contents.

The tendency is to use Reusable Learning Objects (RLOs), packaged using the standard SCORM (Shareable Content Object Reference Model). They, in turn are to be stored in Repositories to allow their use for course creation by different Learning Content Management Systems (LCMSs).

In this paper are presented an *"Author Tool to create and manage Learning Objects"* and a *"Learning Objects Repository"* developed by an Investigation and Development group from Faculty 10 of the University of Informatics Sciences. Both systems are flexible Web applications, easy to use and administer; and with agreeable interaction, developed using "open source" software. These tools could be used to complement different distance education platforms, given they implement the corresponding standards, Moodle in the case of the University of Informatics Sciences.

### Introducción

El e-learning en los últimos años ha avanzado a pasos agigantados y ha requerido urgentemente de una estandarización para seguir creciendo y cubriendo nuevas necesidades, principalmente la de comunicarse entre plataformas y compartir recursos.

La incorporación de estándares a los LMS y LCMS es ya casi obligada por el mercado, y su uso es cada vez más popular, desde los sistemas más simples hasta los más complejos, sin importar si son *freeware*<sup>1</sup> o comerciales. Es también un propósito desarrollar *repositorios* de información estandarizada que se compartan y se vuelvan ubicuos. [López, 2004]

Los estándares posibilitan la interoperabilidad y la compatibilidad. Las ventajas de la estandarización es que permite la reutilización de los cursos y contenidos en otras plataformas, por ejemplo, la migración de todos los datos de la actividad formativa a otro sistema (otra plataforma, a un sistema de Recursos Humanos o de Gestión del Conocimiento, etc.), desarrollar cursos internos para la propia plataforma o extraer los datos de la actividad formativa del alumno (evaluaciones, itinerarios de aprendizaje, perfiles, etc...).

En este trabajo se presentan dos herramientas, que utilizando el estándar SCORM, permiten la reutilización de los contenidos de aprendizaje (Objetos de Aprendizaje). Los contenidos son empaquetados por la herramienta según este estándar y gestionados a través de un repositorio. Los antecedentes de este trabajo se encuentran en [Tamayo, 2005].

### Desarrollo

#### Estándares:

Para que sea posible reutilizar de manera global los contenidos educativos entre distintos sistemas y plataformas (interoperabilidad de los cursos), es necesario tener en cuenta una serie de aspectos para lograr la total interoperabilidad de contenidos. En este sentido se han identificado [Sancho, 2005] diferentes capas en que están organizados dichos estándares: los protocolos de intercambio de información en la red, donde ya están establecidos los estándares TCP/IP y HTTP; la implementación de metadatos, donde se ha impuesto el uso del XML, el Esquema de Metadatos, para lo cual el estándar más difundido es el LOM, la estructura de los cursos y el empaquetamiento de Contenidos, donde se destacan el IMS y el SCORM.

En la práctica, la incorporación de estándares es una complejidad más que se le agrega a la planeación e implementación de cualquier sistema, sin embargo es un requerimiento que se traduce en beneficios tanto para desarrolladores como para usuarios.

---

<sup>1</sup> Programa gratuito. Los programas con derechos de autor que se han puesto al alcance del público sin ningún costo.

Las organizaciones más importantes que han trabajado para lograr especificaciones y estándares son el Institute for Electrical and Electronic Engineers Learning Technology Standards Committee (IEEE LTSC); Advanced Distributed Learning (ADL), quienes han desarrollado SCORM; IMS Global Learning Consortium y Aviation Industry CBT Committee (AICC). [Martínez, 2005]

La institución AICC publica varias guías, incluyendo algunas relacionadas con el hardware y software. Sin embargo, las que han tenido una mayor repercusión son las dedicadas a la Instrucción Administrada por Computadoras o CMI (computer-managed instruction).

La especificación más reconocida del trabajo de IEEE LTSC es la especificación de los Metadatos de los Objetos de Aprendizaje o Learning Object Metadata (LOM) que define elementos para describir los recursos de aprendizaje. IMS y ADL utilizan los elementos y la estructura de LOM en sus respectivas especificaciones. [Hernández, 2003]

Las especificaciones IMS cubren un amplio rango de características que persiguen hacer interoperables las plataformas, que van desde los metadatos, la interoperabilidad de intercambiar el diseño instruccional entre plataformas, hasta la creación de cursos online para alumnos que tengan alguna discapacidad visual, auditiva u otra.

La iniciativa ADL (Advanced Distributed Learning) es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos que se creó en 1997 con el objetivo de garantizar el acceso a la educación y a materiales de calidad ajustables a las necesidades individuales, así como facilitar su disponibilidad.

La especificación SCORM (Sharable Content Object Reference Manual) logra combinar de excelente forma los elementos de IEEE, AICC e IMS en un único documento consolidado de fácil implementación, por lo que es ampliamente utilizado. [Hernández, 2003]

En este trabajo se utilizarán los estándares relacionados con la descripción de metadatos y el empaquetamiento de contenidos de aprendizaje (Objetos de Aprendizaje), específicamente LOM y SCORM.

Para que se vea más claramente por qué se usan estos estándares, se explicará primero brevemente qué son los Objetos de Aprendizaje.

#### **Los Objetos de Aprendizajes Reutilizables (RLOs):**

Los objetos de aprendizaje, también llamados objetos didácticos [Sánchez, 2005], surgen con el interés de compartir recursos y para su reutilización en el ámbito educativo, originados bajo el paradigma de la orientación a objetos. Es aplicado a "materiales digitales creados como pequeñas piezas de contenido o de información, con la finalidad de maximizar el número de situaciones educativas en que las que el recurso pueda ser utilizado." [Peñalvo, 2005]

Otra definición que muestra más claramente su utilización es la que plantea [Uriarte, 2005] que un objeto de aprendizaje es: "La unidad mínima de experiencia de instrucción que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, y una evaluación."

Un componente importante para la reutilización de un objeto es que esté adecuadamente descrito, en este caso a través de sus correspondientes metadatos. El concepto de metadato existe antes de la aparición de Internet, pero en los últimos años se ha popularizado mucho dada la necesidad que hay de organizar la información en la Web y para la estandarización con vistas a la interoperabilidad de los sistemas de información. Un registro de metadatos consiste en "un conjunto de atributos o elementos necesarios para describir el recurso en cuestión". Para la implementación de los metadatos de contenidos educativos el estándar más utilizado actualmente es el LOM, como ya se mencionó anteriormente.

Los objetos de aprendizaje son agrupados y almacenados en repositorios de objetos de aprendizaje. Muchos autores plantean [Varas, 2005] que la idea del repositorio es intrínseca a los objetos de aprendizaje, que no es posible pensar en objetos de aprendizaje si no se los concibe albergados en repositorios. Como objetos aislados no tienen ninguna relevancia.

Por otro lado, si los metadatos utilizados se apegan a los estándares propuestos y se basan en tecnologías abiertas, también la reutilización de éstos toma un papel de gran valor para compartir información entre repositorios. La consistencia semántica en la descripción de los recursos y la normalización de los datos que cada elemento contenga, también son factores clave para la posible reutilización a través de sistemas.

Desde la perspectiva de la reusabilidad, la definición de componentes hace decrecer el tiempo y el costo de desarrollo de contenidos, y desde la perspectiva de distribución, un alto nivel de individualización permite la personalización curricular de acuerdo con los intereses y necesidades individuales.

Además, el uso de objetos de aprendizaje en el desarrollo de cursos favorece la implementación de más y mejores sistemas de categorización y búsqueda, mecanismos robustos para actualización y envío de datos, y la estructuración y definición de recursos educativos. [Aedo, 2005]

La estrategia de granular los contenidos educacionales en pequeños Objetos de Aprendizaje es un avance significativo en la producción de materiales educativos, pero esto por sí solo no es suficiente. Para su real utilidad se requiere que estos objetos sean compatibles con diversos ambientes y sistemas de administración de aprendizajes, fáciles de migrar de una plataforma a otra, fáciles de localizar, acceder, archivar y reutilizar. [Varas, 2005]

La satisfacción de estos requisitos dará una vida útil más larga a los materiales didácticos electrónicos y su valor será mayor. De ahí la importancia de la utilización de estándares para el diseño y descripción de los objetos de aprendizaje.

**SCORM:**

SCORM se considera [Martínez, 2005] el primer modelo operativo y real de estandarización, aplicable tanto para las plataformas formativas como para la elaboración de contenidos. Ofrece unas especificaciones abiertas, comprobadas y estables, sobre las que basar el desarrollo de herramientas (plataformas e-learning, creación y análisis) y contenidos, compatibles entre sí.

En el documento de ADL SCORM se recoge y amplía la especificación para el empaquetamiento de contenidos CPS de IMS. [Rebollo, 2004] Con el término empaquetamiento se hace referencia a la recolección y a la descripción de los elementos de un curso (Objetos de Aprendizaje).

SCORM está formado por un conjunto de tres libros técnicos que recogen los diversos aspectos de la especificación, más un cuarto libro que ofrece una visión general sobre el estándar. Los libros son:

*Overview:* Introducción a los elementos de SCORM y su terminología.

*Content Aggregation Model (CAM):* Información sobre la confección, etiquetado y empaquetamiento de los contenidos de aprendizaje.

*Run-Time Environment (RTE):* Requerimientos para la ejecución de los contenidos, comunicación, seguimiento, transferencia de datos y gestión de errores.

*Sequence Information & Navigation (SN):* Descripción de las reglas que marcan los secuencia de navegación entre distintos objetos de aprendizaje.

Por otra parte, de la amplia variedad de LMS existentes, la mayoría utiliza algún estándar completo (habitualmente IMS o SCORM) o parte de ellos. [Rebollo, 2004] Moodle, plataforma de teleformación que se implanta en la UCI, soporta objetos SCORM.

**LOM:**

LOM (de IEEE) es el estándar más aceptado para la descripción de metadatos y se incluye en las especificaciones de IMS y de ADL. [Rebollo, 2004]

Esta especificación entrega una guía sobre cómo los contenidos deben ser identificados y sobre cómo se debe organizar la información de los alumnos de manera que se puedan intercambiar entre los distintos servicios involucrados en una plataforma. La especificación para metadatos del IMS consta de tres documentos: IMS Learning Resource Metadata Information Model, IMS Learning

## Resource XML Binding Specifications, IMS Learning Resource Meta-data Best Practices and Implementation Guide.

La disponibilidad de metadatos proporciona recipientes para almacenar información sobre cualquier recurso de aprendizaje, que es útil para otras personas que deseen utilizar este recurso e integrarlo en sus propias iniciativas de aprendizaje.

### Herramienta de Autor:

El sistema *Herramienta de autor para la creación y gestión de objetos de aprendizaje reutilizables [Coss, 2006]*, permite empaquetar los objetos de aprendizaje siguiendo el estándar SCORM, posibilitando la reutilización de los contenidos didácticos en los cursos elaborados en plataformas de educación a distancia que soporten este estándar. El sistema puede accesible a través de un entorno Intranet / Internet.

El sistema presenta en su pantalla principal un mensaje de bienvenida describiendo los servicios ofrecidos al usuario junto con la opción para registrarse, o si ya está registrado, poder entrar al sistema mediante la inserción del correo y una contraseña previamente escogidos.

Una vez registrado el usuario, y después de haberse validado su acceso, puede seleccionar las siguientes actividades:

#### *Registrar Usuario:*

Crear una cuenta de usuario del sistema. Este proporciona los datos que el sistema le solicita, los cuales son chequeados y validados.



Usuario:	Registrar Usuario
Clave:	Nombre y Apellidos:
<a href="#">Recuperar Clave</a> entrar	Correo electrónico:
<a href="#">Registrarse</a>	registrar

#### *Subir Recurso:*

Permite a los usuarios subir objetos de aprendizaje al sistema, para lo cual debe llenar algunos campos que se corresponden con las especificaciones del estándar SCORM, como son el título, la descripción, las palabras claves y el copyright. Valores para algunos campos son generados automáticamente.



Hola Juanis Coss

[Área de trabajo](#)  
[Subir Recurso](#)  
[Subir Url](#)  
[Generar SCORM](#)

[Editar Perfil](#)  
[Eliminar Usuario](#)  
[Salir](#)

**Subir Recurso**

Fichero:

General       Derechos   
 Título:       copyright:   
 Descripción:

Palabras Claves:

**Actualizar Recurso:**

Los usuarios pueden actualizar los recursos que han subido anteriormente, brindándoles la posibilidad de cambiarles los metadatos que lo describen, cambiarles la posición que estos ocuparán dentro del curso, así como borrarlos definitivamente.

**Descargar Recurso:**

Permite guardar el recurso.



Hola Juanis Coss

[Área de trabajo](#)  
[Subir Recurso](#)  
[Subir Url](#)  
[Generar SCORM](#)

[Editar Perfil](#)  
[Eliminar Usuario](#)  
[Salir](#)

**Mostrar Recursos**

Título	Opción	Posición	
<input type="checkbox"/> ejemplo.txt	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="button" value="v"/> <input type="button" value="^"/>	<a href="#">Editar</a>
<input type="checkbox"/> ejemplo.txt	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="button" value="v"/> <input type="button" value="^"/>	<a href="#">Editar</a>
<input type="checkbox"/> ejemplo.txt	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="button" value="v"/> <input type="button" value="^"/>	<a href="#">Editar</a>

**Vista previa:**

Le permite a los usuarios ver una vista previa de cómo se visualizará el paquete SCORM una vez subido a una plataforma de educación a distancia.

**Generar SCORM:**

Esta opción le permite al usuario generar el paquete SCORM que contendrá los objetos de aprendizaje subidos anteriormente, así como describir dicho paquete, dándole además la posibilidad de descargarlo para su máquina.



<p>Hola Jueñis Coss</p> <p><a href="#">Área de trabajo</a></p> <p><a href="#">Subir Recurso</a></p> <p><a href="#">Subir Url</a></p> <p><a href="#">Generar SCORM</a></p> <p><a href="#">Editar Perfil</a></p> <p><a href="#">Eliminar Usuario</a></p> <p><a href="#">Salir</a></p>	<p><b>Generar SCORM</b></p> <p>General</p> <p>Título: .....</p> <p>Descripción: .....</p> <p>Palabras Claves: .....</p> <p>Derechos copyright: .....</p> <p>Generar SCORM</p>
---	---

**Editar perfil:**

El sistema ofrece también a los usuarios la posibilidad de editar su perfil en caso de que el tipo de autenticación sea por email, así como eliminar su usuario del sistema.



<p>Hola Jueñis Coss</p> <p><a href="#">Área de trabajo</a></p> <p><a href="#">Subir Recurso</a></p> <p><a href="#">Subir Url</a></p> <p><a href="#">Generar SCORM</a></p> <p><a href="#">Editar Perfil</a></p> <p><a href="#">Eliminar Usuario</a></p> <p><a href="#">Salir</a></p>	<p><b>Actualizar Usuario</b></p> <p>Nombre y Apellidos: .....</p> <p>Idioma: <input type="text" value="Español"/></p> <p>Clave: .....</p> <p>Nueva clave: .....</p> <p>Repetir clave: .....</p> <p>Actualizar</p> <p><b>Actualizar Correo</b></p> <p>Correo electrónico: .....</p> <p>Actualizar</p>
---	--

**Repositorio de Objetos de Aprendizaje Reutilizables:**

El sistema *Repositorio de Objetos de Aprendizaje [Pernía, 2006]* para la reutilización de contenidos en plataformas de teleformación permite disponer de un lugar común donde profesores y estudiantes almacenen los recursos empleados en el proceso de enseñanza aprendizaje. Se desea que el sistema sea accesible a través de un entorno Intranet / Internet.

El sistema presenta en su pantalla principal un mensaje de bienvenida describiendo los servicios ofrecidos al usuario junto con la opción para registrarse, o si ya se está registrado, poder utilizar el sistema. Este acceso se da por medio de la inserción de un nombre de usuario y una contraseña previamente escogidos y que deben validarse.

El sistema ofrece además a los usuarios la posibilidad de emitir juicios valorativos, ya sea cualitativa o cuantitativamente, acerca de los PIFs y los Objetos de Aprendizaje.

**Conclusiones**

La reutilización de contenidos educativos es un problema de obligada atención para todos los involucrados en la utilización del e-learning. Con este objetivo se han desarrollado una nueva tecnología denominada Objetos de Aprendizaje, que necesita para su implementación el uso de estándares.

Las herramientas presentadas facilitan el proceso de reutilización de los Objetos de Aprendizaje almacenados en el Repositorio una vez creados por la Herramienta de Autor. De esta forma se disminuyen el esfuerzo, tiempo y costo para la generación de cursos y materiales didácticos en soporte electrónico.

Al compartir y reutilizar se producen ahorros de recursos que se pueden redirigir hacia más desarrollo y se incrementa la disponibilidad de contenidos. La reutilización del material, en diversos contextos, aumenta su valor.

**Referencias bibliográficas:**

1. [Aedo, 2005] Aedo Cuevas Ignacio, Santacruz Valencia Liliana Patricia, Delgado Kloos Carlos. ELO: entorno para la generación, integración y reutilización de objetos de aprendizaje.

**Buscar recursos:**

Asiste a los usuarios en la búsqueda de recursos, que puede restringirse especificando una serie de criterios con los que deben cumplir los objetos que espera encontrar. Ello es posible debido a que los componentes pueden describirse mediante el empleo de metadatos.

**Explorar Paquetes:**

Se muestran los PIFs almacenados, agrupados o no por categorías según seleccione el usuario. Además el usuario puede explorar el contenido de los paquetes.

**Repositorio de Objetos de Aprendizaje**  
*Por sí no se aprende*

Menú principal:  Categoría:

**Subir Paquete**  
**Actualizar Paquete**  
**Buscar Recursos**  
**Eliminar Paquetes**  
**Actualizar Usuario**

**Recursos Recientes**

c7.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA  
c2.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location  
c4.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location  
c1.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location  
c3.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location  
c9.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location  
c10.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location  
c11.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location  
c12.ria ESTE ES UN TÍTULO DE PRUEBA con location

[1] 2 [2] [ >>> ]

**Anaia Sarda Vicuña (Salir)**

**Top Paquetes**

c7.ria  
c2.ria  
c4.ria  
c1.ria  
c3.ria

**Últimos Paquetes**

c5.ria (2006-06-16)  
c2.ria (2006-06-16)  
c1.ria (2006-06-16)  
c1.ria (2006-06-16)  
c1.ria (2006-06-16)  
c1.ria (2006-06-16)

El sistema ofrece además a los usuarios la posibilidad de emitir juicios valorativos, ya sea cualitativa o cuantitativamente, acerca de los PIFs y los Objetos de Aprendizaje.

### Conclusiones

La reutilización de contenidos educativos es un problema de obligada atención para todos los involucrados en la utilización del e-learning. Con este objetivo se han desarrollado una nueva tecnología denominada Objetos de Aprendizaje, que necesita para su implementación el uso de estándares.

Las herramientas presentadas facilitan el proceso de reutilización de los Objetos de Aprendizaje almacenados en el Repositorio una vez creados por la Herramienta de Autor. De esta forma se disminuyen el esfuerzo, tiempo y costo para la generación de cursos y materiales didácticos en soporte electrónico.

Al compartir y reutilizar se producen ahorros de recursos que se pueden redirigir hacia más desarrollo y se incrementa la disponibilidad de contenidos. La reutilización del material, en diversos contextos, aumenta su valor.

### Referencias bibliográficas:

1. [Aedo, 2005] Aedo Cuevas Ignacio, Santacruz Valencia Liliana Patricia, Delgado Kloos Carlos. ELO: entorno para la generación, integración y reutilización de objetos de aprendizaje.

10. [Tamayo, 2005] Tamayo Avila, Daymy; Querejeta Rodríguez, Andrey. *Plataforma para el desarrollo de e-learning en la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya*. Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero Informático, Holguín, junio 2005.
11. [Varas, 2005] Varas María Leonor. *Repositorios de Objetos de Aprendizaje*. [http://www.alejandria.cl/recursos/documentos/documento\\_varas.doc](http://www.alejandria.cl/recursos/documentos/documento_varas.doc)  
(1/03/05)

## **VI Simposio Internacional de Tele – Educación y Formación Continua**

Temática #4: Recursos e innovación tecnológica en los entornos virtuales y en el diseño de los procesos de aprendizaje: Plataformas y herramientas de código abierto, tecnologías inalámbricas, aprendizaje móvil y otros.

### **HERRAMIENTAS WEB PARA LA REUTILIZACIÓN DE CONTENIDOS EDUCATIVOS**

MSc David Leyva Leyva, Ing. Daymy Tamayo Avila, Ing. Juenlis Coss Piña  
Ing. Adrián Cid Almaguer, Ing. Annia Surós Vicente, Ing. Reinier Pernía Rodríguez

{davidl,daymy, juenlis, adriancid, annias, rpernia}@uci.cu  
dleyval@yahoo.com, daymyt83@yahoo.es  
{juenlis, adriancid, juenlis, annia.suros, rpernia83}@gmail.com

Universidad de las Ciencias Informáticas  
CUBA, Octubre 2006

#### **Resumen**

En los últimos años el concepto de Objetos de Aprendizaje Reutilizables (RLOs por sus siglas en inglés) ha sido muy difundido, y a pesar de ser un concepto bastante polémico aún, ya que existe diversidad de criterios respecto a las características de los mismos, todos concuerdan en la necesidad de llevar a la práctica este enfoque a la hora de diseñar las actividades de aprendizaje online, debido las ventajas que proporciona para poder reutilizar estos materiales en contextos diversos.

Sin embargo, la reutilización de materiales educativos digitales a nivel práctico no es un hecho trivial. En primer lugar, resulta imprescindible la utilización de estándares. La tendencia actual es empaquetar los objetos de aprendizaje según el estándar SCORM (Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables). Estos a su vez deben estar albergados en Repositorios para que puedan ser utilizados en la creación de cursos por los diferentes Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (LCMS), contribuyendo a que estos sean accesibles, adaptables, durables, y reutilizables.

En este trabajo se analizan dos herramientas Web que permiten la creación y gestión de objetos de aprendizaje, desarrolladas utilizando software "open source" (código abierto). Estas herramientas pudieran ser utilizadas para complementar diferentes plataformas de teleformación, siempre que tengan implementados los estándares correspondientes.

## **Introducción**

La creación de contenidos educativos para el proceso de enseñanza - aprendizaje online es un tema de vital importancia. Los nuevos enfoques tecnológicos en este contexto apuntan hacia un crecimiento de las posibilidades de reutilización y adaptación de los contenidos a las necesidades particulares de un área del conocimiento en específico.

Hoy en día, un problema que presentan los contenidos de forma general es que se pueden encontrar en diferentes formatos sin una clasificación adecuada, y existe una gran incertidumbre sobre su persistencia, dificultando el proceso de búsqueda y recuperación, y por tanto, dificultando su reutilización. En el área de la enseñanza, el concepto de objeto de aprendizaje, basándose en el uso de estándares como el SCORM, hace posible la reutilización de los contenidos educativos.

En las secciones que siguen se abordarán algunos aspectos relacionados con los conceptos que se utilizan en las herramientas Web presentadas en [Leyva, 2006], así como algunas consideraciones sobre el trabajo futuro.

### **Objetos de Aprendizaje Reutilizables**

Los objetos de aprendizaje, también llamados objetos didácticos [Sánchez, 2005], surgen con el interés de compartir recursos y para su reutilización en el ámbito educativo, originados bajo el paradigma de la orientación a objetos. Así lo define David Wiley cuando plantea que los objetos de aprendizaje son "...elementos de un nuevo tipo de enseñanza basada en ordenadores cimentados en el paradigma orientado a objetos de las ciencias de la computación. La orientación a objetos valora en alto grado la creación de componentes (llamados objetos) que puedan ser reutilizados..." [Wiley, 2000]

Este concepto es aplicado a "materiales digitales creados como pequeñas piezas de contenido o de información, con la finalidad de maximizar el número de situaciones educativas en que las que el recurso pueda ser utilizado." [Peñalvo, 2005]

La estrategia de granular los contenidos educativos en objetos de aprendizaje es un avance significativo en la producción de materiales educativos, pero esto por sí solo no es suficiente. Para su real utilidad se plantea [Varas, 2005] que estos objetos sean compatibles con diversos ambientes y sistemas de administración de aprendizaje, fáciles de migrar de una plataforma a otra, fáciles de localizar, acceder, archivar y reutilizar; para lo cual deben ser agrupados y almacenados en *repositorios de objetos de aprendizaje*.

Para lograr esto, un elemento indispensable es que los objetos de aprendizaje deben ser empaquetados y adecuadamente descritos a través de metadatos siguiendo un estándar; en este caso SCORM, del cual se hablará más adelante.

de los objetos de aprendizaje. Como se muestra en la Figura 1, se proponen cuatro niveles de agregación (Modalidad / Unidad Modular / Unidad Didáctica), a partir de un paralelo con unidades curriculares usadas comúnmente en Cuba (Disciplina / Asignatura / Tema / Clase).

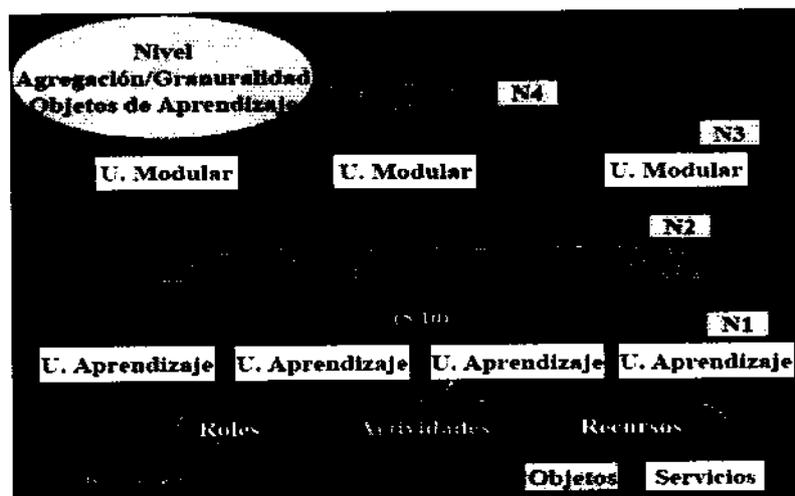


Figura 1 Niveles de agregación de Objetos de Aprendizaje (Tomada de [Jardines, 2006])

Si un creador de contenidos (léase profesor) dispone de herramientas que no solo permiten "empaquetar" sino que permiten etiquetar, comentar, comparar, visualizar, etc los objetos de aprendizaje, entonces podrá decidir su reutilización tal como son, su adecuación a sus necesidades, su combinación con unidades de igual granularidad o su separación en unidades de granularidad más pequeña. De ahí la importancia de la flexibilidad de las herramientas para lograr el uso efectivo de un modelo basado en objetos de aprendizaje.

La mayor amenaza es que un paquete SCORM puede contener incluso hasta un curso completo y eso puede provocar que el profesor (o el alumno) se "pierda" en la madeja de su organización. En última instancia, esto es responsabilidad de los creadores o reutilizadores, de ahí la importancia de que estén adecuadamente descritos y diseñados.

Por otro lado, los objetos de aprendizaje por sí solos no tienen ningún valor, esto está dado por el uso que se les dé, y este a su vez aumenta al mismo tiempo que son comentados, a través de metadatos, al utilizarse en diferentes contextos. El completamiento de estos metadatos debe asumirla alguna de estas dos

herramientas o ambas. O sea, el escoger la herramienta adecuada es de vital importancia. De ahí que la combinación Herramienta de Autor + Repositorio cobra particular valor al facilitar la gestión de los mismos.

Otro aspecto importante a considerar es la forma en que estos objetos son usados, para lo que hay que tener en cuenta también la plataforma dónde son insertados pues, por ejemplo, no habrá manera de que los estudiantes respondan una tarea de modo colaborativo si no poseen una plataforma que les permita colaborar, como es el caso de Moodle.

### **Estándares**

En la práctica, la utilización de estándares es una complejidad más que se le agrega a la planeación e implementación de cualquier sistema, sin embargo es un requerimiento que se traduce en beneficios tanto para desarrolladores como para usuarios. En el área del e-learning es ya indispensable su uso, por la necesidad de intercambiar información entre los distintos sistemas y lograr la comunicación efectiva entre ellos, así como reutilizar contenidos.

Se necesita por tanto, un estándar que permita la reutilización de contenidos de aprendizaje, específicamente los que describen la utilización de metadatos y el empaquetamiento, para lo cual seleccionó SCORM, debido a que se considera [Martínez, 2005] el primer modelo operativo y real de estandarización, aplicable tanto para las plataformas formativas como para la elaboración de contenidos, y ofrece unas especificaciones abiertas, comprobadas y estables, sobre las que basar el desarrollo de herramientas (plataformas e-learning, creación y análisis) y contenidos, compatibles entre sí.

SCORM [ADL, 2006] está formado por un conjunto de tres libros técnicos que recogen los diversos aspectos de la especificación, más un cuarto libro que ofrece una visión general sobre el estándar. Los libros son:

*Overview*: Introducción a los elementos de SCORM y su terminología.

*Content Aggregation Model (CAM)*: Información sobre la confección, etiquetado y empaquetamiento de los contenidos de aprendizaje.

*Run-Time Environment (RTE)*: Requerimientos para la ejecución de los contenidos, comunicación, seguimiento, transferencia de datos y gestión de errores.

*Sequence Information & Navigation (SN)*: Descripción de las reglas que marcan la secuencia de navegación entre distintos objetos de aprendizaje.

Por otra parte, de la amplia variedad de LMS existentes, la mayoría utiliza algún estándar completo (habitualmente IMS o SCORM) o parte de ellos. [Rebollo, 2004] Moodle, plataforma de teleformación que se implanta en la UCI, soporta objetos SCORM.

En cuanto a los metadatos que describen los objetos de aprendizaje, LOM (de IEEE) es el estándar más aceptado para la descripción de metadatos y se incluye en las especificaciones de IMS y de ADL.

Esta especificación entrega una guía sobre cómo los contenidos deben ser identificados y sobre cómo se debe organizar la información de los alumnos de manera que se puedan intercambiar entre los distintos servicios involucrados en una plataforma. La especificación para metadatos del IMS consta de tres documentos: IMS Learning Resource Metadata Information Model, IMS Learning Resource XML Binding Specifications, IMS Learning Resource Meta-data Best Practices and Implementation Guide. [IMS, 2006]

A continuación se explica brevemente el Modelo de Agregación de Contenidos CAM de SCORM, debido a su importancia en la ejecución de este trabajo.

El Modelo de Agregación de Contenidos (CAM) proporciona una manera consistente para describir la estructura de dichos contenidos, el contenido de aprendizaje, la metainformación sobre los distintos componentes y su estructura y una serie de reglas que determinan los recorridos permitidos sobre los contenidos. Lo anterior facilita la búsqueda, y por tanto favorece la reutilización, de los paquetes de contenido y sus recursos. Además garantiza la construcción de contenidos que se comportarán de manera similar independientemente del sistema –que brinde soporte al estándar– donde se utilicen o de la herramienta de autor empleada para su creación.

CAM da soporte al proceso de agregación y organización de recursos de aprendizaje para formar componentes más complejos que puede asociarse a actividades de aprendizaje para su realización por parte de los estudiantes. Las reglas que establecen este comportamiento se dividen en cuatro partes:

- ✓ el **Modelo de Contenidos** proporciona una terminología común para ser usada en todo el CAM.
- ✓ el **Modelo de Empaquetado** ofrece la descripción y los requerimientos para componer objetos de aprendizaje y formar unidades más complejas.
- ✓ **Metadatos** para la descripción de los componentes del modelo de contenidos.
- ✓ normas de **Secuenciación y Presentación**

#### **Herramienta de Autor ROXS:**

La *Herramienta de autor para la creación y gestión de objetos de aprendizaje reutilizables ROXS* [Coss, 2006], permite empaquetar los objetos de aprendizaje

siguiendo el estándar SCORM, posibilitando la reutilización de contenidos didácticos en cursos elaborados en plataformas de educación a distancia que soporten este estándar. El sistema puede ser accesible a través de un entorno Intranet / Internet.

El sistema presenta en su pantalla principal un mensaje de bienvenida describiendo los servicios ofrecidos al usuario junto con la opción para registrarse, o si ya está registrado, poder entrar al sistema mediante la inserción del correo y una contraseña previamente escogidos. Una vez registrado, y después de haberse validado su acceso, puede editar su perfil de usuario. En la Figura 2 se pueden apreciar algunas de las operaciones que se pueden realizar con ROXS.

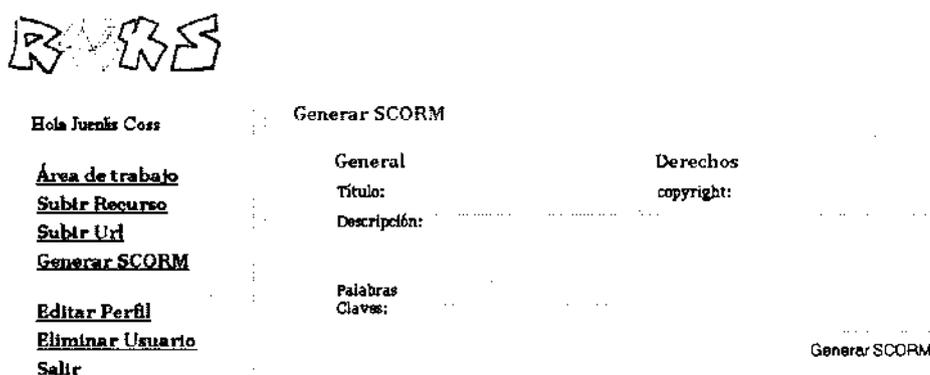


Figura 2 Herramienta de Autor ROXS

ROXS permite subir objetos de aprendizaje al sistema y llenar un conjunto de campos que se corresponden con las especificaciones del estándar SCORM, como son el título, la descripción, las palabras claves y el copyright, valores para algunos campos son generados automáticamente. Una vez hecho esto se generará un paquete SCORM que puede ser guardado en el repositorio o bajado hacia la PC. Se puede ver una vista previa de cómo se visualizará el paquete SCORM una vez subido a una plataforma de educación a distancia.

Los recursos que han subido con anterioridad pueden ser actualizados más tarde, brindando la posibilidad de cambiar los metadatos que los describen, cambiarles la posición que estos ocuparán dentro del curso, así como borrarlos definitivamente.

Actualmente se trabaja en un panel administrativo así como el completamiento de los campos que describen los metadatos, permitiendo la elección de categorías de forma opcional.

### Repositorio de Objetos de Aprendizaje Reutilizables ROA:

El *Repositorio de Objetos de Aprendizaje [Pernía, 2006]* para la reutilización de contenidos en plataformas de teleformación permite disponer de un lugar común

registrado, poder utilizar el sistema. Este acceso se da por medio de la inserción de un nombre de usuario y una contraseña previamente escogidos y que deben validarse.

ROA permite subir objetos de aprendizaje empaquetados según el estándar SCORM, especificando la categoría en la que se incluye el paquete (PIF<sup>1</sup>) que los contiene. El sistema verifica que el PIF se ajuste a las especificaciones propuestas por este estándar.

En la Figura 3 se pueden apreciar algunas de las operaciones que se pueden realizar con ROA.

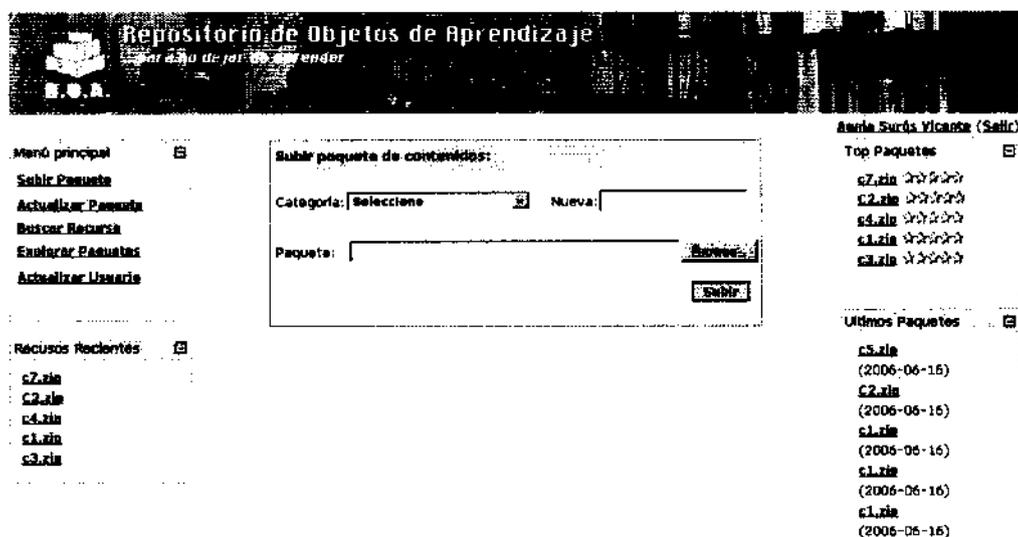


Figura 3. Repositorio de Objetos de Aprendizaje ROA.

Los usuarios pueden actualizar los PIFs que han aportado al Repositorio, se puede cambiar el nombre y/o la categoría, especificar si estarán disponibles o no

<sup>1</sup> PIF: *Package Interchange File*. Agrupa el manifiesto y todos los ficheros de contenidos en un único archivo comprimido. Se requiere que el PIF cumpla con RFC 1951, a este requerimiento SCORM añade que el formato de estos archivos sea PKZip v2.04g (.zip). Los ficheros con este formato son los que se intercambian entre plataformas de teleformación.

para el resto de los usuarios, así como borrarlos definitivamente.

ROA permite hacer búsquedas de recursos, que pueden restringirse especificando una serie de criterios con los que deben cumplir los objetos que se espera encontrar. Estas búsquedas se realizan mediante el empleo de los metadatos que describen los objetos de aprendizaje contenidos en cada paquete SCORM, previamente generados con una herramienta de autor, en este caso ROXS, aunque el repositorio acepta los paquetes hechos por cualquier otra herramienta que cumpla con dicho estándar.

Además se muestran los PIFs almacenados, agrupados o no por categorías según seleccione el usuario. Además el usuario puede explorar el contenido de los paquetes y emitir juicios valorativos, ya sea cualitativa o cuantitativamente, acerca de los PIFs y los objetos de aprendizaje.

Actualmente se trabaja en un panel administrativo para el repositorio y la inclusión de facilidades para la sindicación de los objetos de aprendizaje. También se trabaja en la creación de ontologías con la finalidad de obtener un repositorio semántico que extendería las posibilidades de las búsquedas [Cabrera, 2006].

### **Conclusiones**

La combinación adecuada de una Herramienta de Autor para la creación y empaquetamiento de Objetos de Aprendizaje con un Repositorio garantizan un escenario ideal para un creador de contenidos educativos.

Las herramientas ROXS y ROA son aplicaciones Web que, combinadas a su vez con una plataforma como Moodle, facilitan el proceso de reutilización de contenidos empaquetados según la especificación SCORM, disminuyendo el esfuerzo, tiempo y costo para la generación de cursos y materiales didácticos en soporte electrónico.

**Referencias bibliográficas:**

1. [ADL, 2006] Sitio oficial de Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org> (15/03/06)
2. [Cabrera, 2006]. Cabrera Pupo, Katuska; Martínez Gamboa, Aylén; Leyva Leyva, David; Tamayo Avila, Daymy. Propuesta de metodología de Gestión del Conocimiento basada en Ontologías. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, 2006 (No publicado)
3. [Coss, 2006] Coss Piña, Juenlis; Cid Almaguer, Adrián; Leyva Leyva, David; Tamayo Avila, Daymy. Herramienta de Autor para la creación y gestión de Objetos de Aprendizaje Reutilizables. Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero Informático, La Habana, junio 2006.
4. [Hernández, 2003] Hernández Eduardo. *Estándares y Especificaciones de E-learning: Ordenando el Desorden*. [http://www.ecampus.cl/Textos/tecnologia/eduardo\\_hernandez/eduardo.pdf](http://www.ecampus.cl/Textos/tecnologia/eduardo_hernandez/eduardo.pdf) (23/04/05)
5. [IMS, 2006] Sitio oficial de IMS Global Learning Consortium <http://www.imsglobal.org> (15/03/06)
6. [Jardines, 2006] Jardines J.B. E-learning o Net-learning? Experiencias en la UVS. Ponencia presentada en el II Encuentro Anual del Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física. La Habana, enero del 2006.
7. [Leyva, 2006] Leyva Leyva, David; Tamayo Avila, Daymy; Cid Almaguer, Adrián; Coss Piña, Juenlis; Surós Vicente, Annia y Pernía Rodríguez, Reinier. Herramientas para la creación y gestión de Objetos de Aprendizaje Reutilizables. UCIENCIA 2006. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, 2006
8. [López, 2004] López Guzmán Clara. *Reflexiones sobre los estándares en e-Learning*, <http://www.somece.org.mx/memorias/2002/Grupo2/Castro.doc>, (22/03/05)
9. [Pastor, 2006] PASTOR, Lluís. Hacia una gestión integral de los contenidos. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 3, n.º 2. UOC. <http://www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/pastor.pdf> (29/9/06)

## **VI Simposio Internacional de Tele – Educación y Formación Continua**

Temática #4: Recursos e innovación tecnológica en los entornos virtuales y en el diseño de los procesos de aprendizaje: Plataformas y herramientas de código abierto, tecnologías inalámbricas, aprendizaje móvil y otros.

### **LA WEB SEMÁNTICA Y LA RECUPERACIÓN DE CONTENIDOS EDUCATIVOS**

MSc David Leyva Leyva, Ing. Daymy Tamayo Avila  
{davidl,daymy}@uci.cu  
dleyval@yahoo.com, daymyt83@yahoo.es

Universidad de las Ciencias Informáticas  
CUBA, Octubre 2006

#### **Resumen**

Hoy en día uno de los factores claves en la implementación de los sistemas para el e-learning lo constituye la interoperabilidad, de manera que estos sistemas tengan la capacidad de intercambiar y reutilizar contenidos entre sí para lo cual deben atenerse al uso de estándares tales como SCORM. El uso de estándares es una precondición para llegar a la aspirada Web Semántica.

En el presente trabajo se hace la propuesta inicial de un "Repositorio Semántico de Objetos de Aprendizaje Reutilizables" basado en ontologías que se nutren de contenidos educativos recogidos en paquetes SCORM almacenados en un "Repositorio de Objetos de Aprendizaje Reutilizables" desarrollado por un grupo de Investigación y Desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas como una aplicación Web con tecnología "open source".

## **Introducción**

Hoy en día uno de los factores claves en la implementación de los sistemas para el e-learning lo constituye la interoperabilidad, de manera que estos sistemas tengan la capacidad de intercambiar y reutilizar contenidos entre sí para lo cual deben atenerse al uso de estándares tales como SCORM [ADL, 2006]. El uso de estándares es una precondition para llegar a la aspirada Web Semántica.

La Web semántica radica en la confluencia de la Inteligencia Artificial y las tecnologías Web y propone la introducción de descripciones semánticas explícitas de los contenidos en la Web para facilitar integración. La intención es que los recursos sean procesables no sólo por personas, sino también por máquinas.

## **Desarrollo**

Empíricamente, un concepto que expresa lo que se quiere lograr con la Web Semántica lo constituyen los metadatos<sup>1</sup>. La utilización de metadatos, concepto que se maneja desde hace bastante tiempo pero que ha tomado especial fuerza en los últimos tiempos, sobre todo a partir de la aparición de XML, puede favorecer el proceso de recuperación de información estructurada en la Web. pero el hecho real es que la gran mayoría de la información que se encuentra actualmente en la Web NO está estructurada.

Los desarrollos en aplicaciones con potencialidad de Web Semántica son tomados todavía como pruebas piloto pues ninguno ha sido desarrollado a gran escala, en gran medida porque para lograr esto habría que garantizar primero que la información a que se pretenda acceder esté estructurada, por ejemplo con la inclusión de metadatos, lo cual se puede hacer (y no se hace) para la información "nueva" que se genera pero que será una tarea de gran envergadura por el hecho de tener que "convertir" todos los contenidos de modo que se almacenen en base a estándares.

Un ejemplo típico es la liberación recientemente por parte del MIT de más de 2000 materiales con contenidos de cursos (en formato PDF o HTML) a través del proyecto Open Courseware (OCW). Sin embargo, ellos mismos se han propuesto llevar esos contenidos a estándares (podría ser SCORM) en 10 años!!!.

La buena noticia es que se liberaron contenidos de alta calidad (en Inglés). La mala noticia es que no son directamente reutilizables. Por suerte, la iniciativa ha tenido muy buena acogida internacionalmente y ya existen comunidades en varios países que cooperan en el proyecto y que además se benefician de este al traducir y personalizar esos contenidos a sus necesidades.

## **Ontologías**

Un elemento clave en la Web Semántica es el concepto de ontología, que es una especificación de una conceptualización; o sea, una estructura conceptual sistematizada y de consenso no sólo para almacenar la información, sino también para poder buscarla y recuperarla.

---

<sup>1</sup> Datos sobre los datos

Una ontología define los términos y las relaciones básicas para la comprensión de un área del conocimiento, convirtiendo la información en conocimiento mediante unas estructuras de conocimiento formalizadas (las ontologías) que referencien los datos, por medio metadatos, bajo un esquema común normalizado sobre algún dominio del conocimiento.

Se han desarrollado diversos lenguajes para ontologías [Cabrera, 2006], los cuales por lo general son extensiones del XML. También existen herramientas para construir ontologías, como el editor Protégé que permite crear ontologías en RDF (Resource Description Format) y también en OWL (Ontology Web Language). Este último es la recomendación de la W3C para ontologías.

El uso de un estándar como OWL garantiza la interoperabilidad y la realización de búsquedas semánticas. Los buscadores y agentes de software por tanto se benefician de esto pues no sólo encontrarán la información precisa, sino que podrán realizar inferencias de forma automática buscando información relacionada con la información en las páginas web y las consultas realizadas por los usuarios.

### **Objetos de Aprendizaje Reutilizables**

La distribución y recuperación de contenidos educativos en la actualidad gira alrededor del concepto de Objeto de Aprendizaje Reutilizable (RLOs), típicamente empaquetados utilizando el modelo SCORM<sup>2</sup>. SCORM utiliza LOM (Learning Object Metadata) para la descripción de los metadatos.

Para tener un verdadero valor de uso, los RLOs deben residir en Repositorios de Objetos de Aprendizaje [Pernía, 2006]. En la referencia citada se hace referencia a uno de estos repositorios (ROA). ROA permite hacer búsquedas de recursos, que pueden restringirse especificando una serie de criterios que deben cumplir los objetos que se espera encontrar. Estas búsquedas se realizan mediante el empleo de los metadatos que describen los objetos de aprendizaje contenidos en cada paquete SCORM, previamente generados con una herramienta de autor, en este caso ROXS, aunque el repositorio acepta los paquetes hechos por cualquier otra herramienta que cumpla con dicho estándar.

Un Repositorio Semántico constituye un punto de convergencia entre el e-Learning y la Web Semántica.

En estos momentos se desarrolla una investigación [Cabrera, 2006] en la que se desarrolla un procedimiento metodológico para la construcción de ontologías que servirá de base para el desarrollo de un Repositorio Semántico que extenderá el ROA actual.

Se eligió un conjunto de herramientas, que como elemento común tienen al lenguaje Java, y que se complementan de manera armónica. Se utiliza el editor de ontologías Protégé. Las ontologías se generan en OWL y se utiliza JENA para construir la aplicación que interactúa con las ontologías. Por último se utiliza el "razonador" Pellet, que en conjunción con JENA permite hacer inferencias sobre las ontologías.

---

<sup>2</sup> SCORM: Shareable Content Object Reference Model

Inicialmente se trabaja con ontologías para dominios específicos y luego se irá extendiendo a otros hasta cubrir todos los dominios con contenidos en ROA. Se planifica además desarrollar una herramienta que permita el "llenado" de la ontología de forma semiautomática a partir de ROA. Previamente, otra herramienta deberá exportar paquetes SCORM hacia ROA a partir de los contenidos publicados en la plataforma Moddle.

Se valora además la utilización de agentes para la generación de ontologías "on the fly", ya sea en el momento de "subir" un paquete e el repositorio o a partir de la ejecución "consciente" de agentes que busquen en la Web otras ontologías con dominios afines.

### **Conclusiones**

Si se dispone de un repositorio "lleno", lo cual constituye la situación ideal, se pueden construir ontologías a partir de su contenido que permitirán realizar búsquedas avanzadas a las personas que lo utilicen y también a autómatas que busquen información en la Web Semántica.

El prototipo que se propone, dado que se basa en estándares que garantizan la interoperabilidad, pudiera vincularse a Moodle u otras plataformas lo cual aportaría al menos un grano de arena en la creación de la Web Semántica.

### **Bibliografía**

[ADL, 2006] Sitio oficial de Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org> (15/03/06)

[Cabrera, 2006]. Cabrera Pupo, Katuska; Martínez Gamboa, Aylén; Leyva Leyva, David; Tamayo Avila, Daymy. Propuesta de metodología de Gestión del Conocimiento basada en Ontologías. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, 2006 (No publicado)

[Hernández, 2003] Hernández Eduardo. Estándares y Especificaciones de E-learning: Ordenando el Desorden. [http://www.ecampus.cl/Textos/tecnologia/eduardo\\_hernandez/eduardo.pdf](http://www.ecampus.cl/Textos/tecnologia/eduardo_hernandez/eduardo.pdf) (23/04/05)

[IMS, 2006] Sitio oficial de IMS Global Learning Consortium <http://www.imsglobal.org> (15/03/06)

[Leyva, 2006] Leyva Leyva, David; Tamayo Avila, Daymy; Cid Almaguer, Adrián; Coss Piña, Juenlis; Surós Vicente, Annia y Pernía Rodríguez, Reinier. Herramientas para la creación y gestión de Objetos de Aprendizaje Reutilizables. UCIENCIA 2006. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, 2006

[Peñalvo, 2005] Peñalvo Francisco García, Guzmán Clara López, Peco Pedro Pernías. Desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de Dublin Core a IMS, RED. Revista de Educación a Distancia,

número monográfico II febrero del 2005,  
[http://spdece.uah.es/papers/Lopez\\_Final.pdf](http://spdece.uah.es/papers/Lopez_Final.pdf) (1/03/05)

[Pernía, 2006] Pernía Rodríguez, Reinier; Surós Vicente, Annia; Leyva Leyva, David; Tamayo Avila, Daymy. Repositorio de Objetos de Aprendizaje Reutilizables para la reutilización de contenidos en plataformas de Teleformación. Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero Informático, La Habana, junio 2006.

[Varas, 2005] Varas María Leonor. Repositorios de Objetos de Aprendizaje. [http://www.alejandria.cl/recursos/documentos/documento\\_varas.doc](http://www.alejandria.cl/recursos/documentos/documento_varas.doc) (1/03/05)

[Wiley, 2000] Wiley, David. 2000. Learning Object Design and Sequencing Theory. Tesis doctoral no publicada de la Brigham Young University. Accesible en <http://davidwiley.com/papers/dissertation/dissertation.pdf>

## **MOODLE: ALGUNAS CONSIDERACIONES PRÁCTICAS SOBRE SU IMPLEMENTACIÓN**

**MSc. David Leyva Leyva**

[davidl@uci.cu](mailto:davidl@uci.cu), [dleyval@yahoo.com](mailto:dleyval@yahoo.com)

**Ing. Daymy Tamayo Avila**

[daymy@uci.cu](mailto:daymy@uci.cu), [daymyt83@yahoo.es](mailto:daymyt83@yahoo.es)

Universidad de Ciencias Informáticas  
CUBA

### **Resumen**

Se mencionan las líneas fundamentales de trabajo del Grupo de Desarrollo Moodle de la UCI orientadas al conocido LCMS.

Se muestran ejemplos de instalaciones de Moodle a nivel mundial basados en plataformas de código abierto para comunidades grandes, proyectos que en su gran mayoría han adoptado Moodle, contexto en el cual debe insertarse la UCI por constituir una de las mayores comunidades de Cuba.

Se argumentan algunas ventajas de Moodle, teniendo en cuenta tanto criterios de evaluación técnica como criterios de evaluación pedagógica. Además se analizan los requerimientos de hardware y cuáles son los diversos factores que se deben tener en cuenta para la elección del mismo. Se hacen estimados, para el caso de la UCI, de los requerimientos de hardware para Moodle y se hace una propuesta concreta de las características que pudiera tener el servidor.

Por último, se evalúan las bondades que pudiera representar la implementación de un cluster en el contexto cubano en condiciones de poca o buena disponibilidad de recursos. Se hace una breve valoración general acerca de las necesidades de hardware y software para su implementación.

**Palabras clave:** Moodle, OSVLE, LMS, LCMS, servidor, evaluación técnica, evaluación pedagógica, requerimientos de hardware, requerimientos de software, cluster.

### **Introducción**

En la actualidad, cuando se va a afrontar un proyecto en el área educativa, específicamente en lo que es denominado e-learning, es de obligada referencia el sitio **Eduforge** ([www.eduforge.org](http://www.eduforge.org)) cuyo lema es **"Innovation for Education"**.

Eduforge vendría a ser:

- El bloque constructivo fundamental para cualquier proyecto.
- Un espacio de innovación virtual para el diseño y desarrollo de soluciones de código abierto.
- Un acceso abierto, un recurso global, ofreciendo oportunidades a los educadores con pocas barreras para trabajar juntos y compartir.
- Proyectos colaborativos distribuidos de todo el mundo.
- "Blogging" mejorado y foros en desarrollo actualmente.

Sobre proyectos en ejecución (selección) en Eduforge en estos momentos (cantidades) [Eduforge, 2006]. Mantenemos los términos en inglés para evitar confusiones:

1-Accessibility:	3
2-Authoring:	3
3-Communication:	6
4-Learning Design and Pedagogy:	2
5-Learning Management Systems:	10
6-Learning Object Repository:	1
7-Quiz Engines, Survey Tools:	1
8-Standards:	3
9-Web services:	1

En estos momentos, el Grupo de Desarrollo Moodle de la UCI realiza trabajos en las áreas: 2, 4, 5, 6, 7 y 8.

Pudiéramos decir que todo el trabajo se engloba en 5. En los casos 4, 7 y 8, los trabajos que realizamos son tangenciales a esas líneas, sobre todo para sustentar el núcleo de nuestro trabajo, centrado en 2 y 6 y en algo no plasmado explícitamente en ningún proyecto en Eduforge y que es la "Implementación tecnológica de los RLOs" según lo define la teoría.

Las secciones que siguen esperamos traigan un poco de "luz" a la envergadura del Proyecto Moodle en la UCI, que por sus dimensiones, claramente será una de las mayores comunidades de Cuba (sino la mayor) y se inserta en el grupo de los grandes proyectos a nivel mundial basados en plataformas de código abierto.

### **Ejemplos de Instalaciones de OSVLE (LMSs no comerciales) para comunidades grandes:**

A continuación se enumeran algunos proyectos a gran escala que han adoptado Moodle [MoodleDocs, 2006]:

#### **I. En instituciones educativas:**

- NZVLE Project, Nueva Zelanda, incluye varias universidades del país. Es la comunidad más grande del mundo.
- Athabasca University, de Canadá, oferta servicio a alrededor de 30,000 estudiantes cada año.
- The Open University (OU) de Reino Unido (toda su matrícula es a distancia), con alrededor de 150,000 estudiantes en pregrado y más de 30,000 de postgrado. (Migración de WebCT a Moodle)
- San Francisco State University (SFSU) – Con más de 10,000 cuentas de usuarios. (Migración de Blackboard a Moodle)

#### **II. En empresas:**

- Enterprise-Scale Moodle [Catalyst, 2004]

#### **Nota:**

*WebCT y Blackboard eran las plataformas comerciales más utilizadas. A finales de 2005 se unieron para tratar de hacer frente al crecimiento de Moodle. La utilización de plataformas comerciales implica erogaciones sustanciales de dinero.*

Dentro de estas instituciones se destaca el Proyecto NZOSVLE, el cual ha servido incluso de inspiración para otros proyectos a gran escala, todos con comunidades superiores a los 10000 usuarios [Eduforge, 2005]. El Proyecto NZOSVLE (New Zealand Open Source Virtual Learning Environment Project (OSVLE)), es la implementación de herramientas de creación de contenidos para el e-learning y un ambiente virtual de aprendizaje de código abierto, para ser usado por un grupo de organizaciones educativas terciarias a lo largo de Nueva Zelanda. Algunas de las instituciones participantes son [Wyles, 2005]:

- The Open Polytechnic of New Zealand
- Christchurch Polytechnic Institute of Technology
- Lincoln University
- Massey University
- Nelson Marlborough Institute of Technology
- Tai Poutini Polytechnic
- Tairāwhiti Polytechnic
- Universal College of Learning

En particular, la NZOSVLE tiene en estos momentos más de 40000 usuarios y sigue creciendo...Lo bueno de un ejemplo como este es que sus objetivos son muy similares a los que un proyecto nacional (en Cuba) debería incluir, léase reducir costos, compartir recursos, alentar la colaboración, aceptar enfoques pedagógicos flexibles, entre otros.

### **Sobre la elección de la plataforma**

Se han realizado trabajos muy serios, avalados por una **evaluación técnica** muy profesional [Catalyst, 2004] en la que se comparan a fondo los LMSs más prometedores, en los que casi de modo unánime se ha escogido a Moodle como

la plataforma a utilizar, aunque algunas instituciones [Navarro, 2006] han escogido otro LMS de código abierto como ATutor.

También se han realizado trabajos para fundamentar la **evaluación pedagógica** de los LMSs [Wyles, 2004].

**Criterios de evaluación técnica** [[Catalyst, 2004] [Wyles, 2004]]:

- **Arquitectura e implementación:**  
Escalabilidad, modularidad, extensibilidad, configuración, seguridad, autenticación modular, robustez y estabilidad, instalación, dependencias y portabilidad
- **Interoperabilidad:**  
Facilidad de integración, soporte de estándares de LMS
- **Costo de la propiedad:**  
Implementación, costo de desarrollo y soporte, hardware y licencias, facilidad de mantenimiento.
- **Fuerza de la comunidad de desarrollo.**  
Documentación, comunidad de usuarios, comunidad de desarrolladores, proceso de desarrollo abierto, comunidad de soporte comercial.
- **Licencias.**
- **Internacionalización, localización:**  
Se refiere a idiomas, zonas horarias, etc.
- **Accesibilidad.**
- **Transformación de documentos:**  
Se refiere a cambios de formatos (exportación e importación)

**Criterios de evaluación pedagógica** [Wyles, 2004]:

- **Herramientas de comunicación poderosas.**
- **Centrado en el estudiante:**  
Permitir actividades de autoorganización, herramientas de administración y publicación para los estudiantes.
- **Flexibilidad / Adaptabilidad.**

- Facilidad de incorporación de nuevos materiales “en caliente”.
- Creación de subgrupos.
- Configuración a múltiples niveles.
- Administración y monitoreo a nivel de programa.

### **En definitiva, ¿Por qué Moodle?**

- Buena comunidad de usuarios y desarrolladores, abierta y activa (masa crítica).
- Buena documentación.
- Arquitectura modular del sistema.
- Relativamente fácil de integrar con otros sistemas
- Centrado en el curso/estudiante en vez de centrado en herramientas.
- Adaptabilidad.

### **Requerimientos de hardware:**

Para hacer una estimación de los requerimientos de hardware se deben tener en cuenta diversos factores. Algunos de gran relevancia son:

- Cantidad de cuentas
- Cantidad de accesos concurrentes (sobre todo en horas pico)
- Tamaño de cada curso
- Cantidad de cursos

A continuación mostramos algunos ejemplos, tomados de los foros de Moodle, donde en algunos casos plantean cuáles son las características o necesidades de las instalaciones de Moodle u otro LMS en las instituciones correspondientes.

En algunos casos fueron preguntas “lanzadas” al foro, muchas nunca respondidas, y la mayoría de ellas muestran información sólo parcial (memoria, tiempo de acceso, espacio, etc.) [MoodleForums, 2006]

#### Dublin, Irlanda

"I run Moodle [1.5.2] on [Debian GNU/Linux] with [1000] users.

We use [PostgreSQL 7.3], [Apache 2], [PHP4].

We regularly have [30] concurrent users.

Hardware is a Dual CPU HT Xeon w 4GB RAM and 72GB SCSI disks Raid1.

Performance is generally [good, bad, mostly good], [except when we have...]

I have tuned portgresql setting.....

I have tuned apache setting "

**Nota:** En este caso hablan de una instalación, con las características mencionadas, que su comportamiento es inestable. Observar que son pocos los usuarios concurrentes

#### California State University, Humboldt

10595 Users.

We ran our original Moodle tests on an XServe, one of the first ones 1ghz, 1gb RAM.

Now it's on Red Hat Enterprise, on a dual 2.8 p4 with 3GB RAM.

**Nota:** *Este es un caso de "escalado". No hablan de comportamiento. Observar que la cantidad de usuarios se aproxima a los nuestros, aunque no hablan de concurrencia. El servidor es Linux.*

#### Una universidad española

1000 estudiantes, 30 cursos eventualmente, conexión a internet 2Mbits en ambas direcciones, servidor 2.8 dual cpu, 2 GB RAM.

**Nota:** *No dan muchos detalles, relativamente pequeña comunidad y muy pocos cursos. Tampoco hablan de comportamiento. El servidor es dual.*

#### Universidad de Valencia (España) [Navarro, 2006]:

Datos del curso 2002-2003:

- 46989 alumnos y 3094 instructores repartidos en 3 campus y otras instalaciones

Tecnología software del servidor:

Elección Windows (NT ó 2000 Server) / Linux (Red Hat).

- Windows recomendado para un número no elevado de usuarios.

- Requisitos hardware para Linux son menores que para Windows.

Elección Apache / IIS.

- Demostrada mayor seguridad y mejor comportamiento del binomio Linux con Apache.
- Recomendado Apache por los desarrolladores de la plataforma.

Organización FermiLab : optimización de Mysql.

- Arquitectura LAMP (Linux + Apache + Mysql + PHP).
- Expuesto a 2000 accesos concurrentes.
- Sistema dividido en dos módulos:
  1. Módulo 1: Apache y PHP.  
Pentium III 600 MHz, 512 MB RAM.
  2. Módulo 2: Mysql y recursos académicos.  
Dual Pentium III 750 MHz, 2 GB de RAM.

De este modo serían necesarios 26 servidores.

**Nota:** *Esta sería una comunidad grande (varios campus). Los datos son de una etapa en que se estaban tomando decisiones, una de ellas fue adoptar **Atutor** como LMS. Según los datos al final, eso es claramente un cluster<sup>1</sup>.*

Y así siguen los mensajes...

Una pregunta recurrente en los foros de Moodle (han aparecido preguntas similares desde 2002 hasta finales de 2005) es acerca de los requerimientos para el "hosting" de instalaciones de Moodle de varios miles de estudiantes (moodle.org).

Aunque las respuestas en estos foros no son muy explícitas (este tipo de respuestas se acostumbran dar en canales privados o a través de e-mail pues por lo general lo hacen los que cobran por el "hosting" que ofrecen), por lo general la solución que proponen está en alguna de las siguientes alternativas:

A1. Incremento de la memoria RAM del servidor (el factor fundamental)

---

<sup>1</sup> Este concepto se aclarará más adelante

A2. Aumento del espacio de almacenamiento para los cursos.

A3. Clustering: varios servidores en vez de uno, de modo que las solicitudes se dividen hacia varias máquinas (balance de carga). Se pudieran agregar más servidores si se hace crítica la carga y son tolerantes a fallos del hardware.

A4. Una máquina con varios procesadores.

Teniendo en cuenta lo anterior, hemos hecho los siguientes estimados para el caso de la UCI (Ver tabla adjunta). Las aproximaciones las hicimos por exceso:

- Cantidad de cuentas: Alrededor de 15000
- Cantidad de accesos concurrentes: Alrededor de 6000
- Cantidad de cursos: Alrededor de 500
- Tamaño de cada curso: A los sumo 6 MB (promedio)

Nuestra propuesta sería una combinación de A1 y A4, aunque lo deseable sería la variante A3, pero es más cara. El espacio de disco pensamos que es suficiente en los servidores que tenemos.

Respecto a la capacidad de almacenaje, utilizando estos valores, veremos que con 3 GB sería suficiente para almacenar todos los cursos, lo cual es sobrepasado con creces por la capacidad de los discos duros de cualquiera de nuestros servidores.

Sin embargo, en esta estimación no hemos tenido en cuenta el espacio ocupado por las cuentas de los usuarios en Moodle, ni el tamaño de los demás elementos que se guardan en la BD de Moodle referente a los accesos de usuarios, evaluaciones, etc. Evidentemente, esto ocupará un espacio importante en memoria externa del servidor.

En cuanto a la memoria RAM, como se vio en ejemplos anteriores, incluso para cantidades de usuarios (cuentas) o cantidades de accesos concurrentes mucho menores a las que pudiéramos tener en la UCI, 2 MB es a las claras insuficiente. Por tanto, es uno de los puntos donde deberíamos incidir: aumentar la RAM al servidor hasta 4 u 8 GB.

*performance/cost ratio. Therefore, it is more scalable and more cost-effective to build server cluster system for network services."*

En lo que sigue, independientemente de que hay otros tipos de clusters, siempre que mencionemos cluster, nos referiremos (en cuanto al tipo de tecnología de clusters) a "cluster de servidores virtuales". Para ampliar en esta u otras tecnologías de clusters se pueden consultar [[Lizárraga, 2002] [LVS, 2006]]

Hay varias aproximaciones a la implementación de un cluster de acuerdo a los recursos, léase presupuestarios, disponibles. En aras de ganar en brevedad en el mensaje que queremos transmitir en este trabajo sólo analizaremos dos posibles escenarios:

- A. Situación de **poca disponibilidad de recursos**; o sea, usando máquinas "normales" como servidores, que es la situación típica de la mayoría de las universidades cubanas.
  
- B. Situación de **buena disponibilidad de recursos**; o sea, se dispone de varios servidores profesionales, con la salvedad de que, como estamos concentrados en el contexto cubano, nos referimos a servidores de gama baja – media. Ya estar en este estado es una excepción en el contexto de las universidades cubanas.

Lo que nos interesa a nosotros al buscar la variante de la implementación de un cluster es mejorar el **rendimiento**. Por tanto, mencionaremos brevemente algunas variables de rendimiento que pueden ser mejoradas (respecto a NO usarlo) con el uso de un cluster:

**Capacidad de Procesamiento:** Mediante un cluster aumenta la cantidad de tareas a procesar esencialmente porque existen más **procesadores** y más **memoria**. Se realiza un *balance de carga*.

**Velocidad de Procesamiento:** Por el mismo motivo del punto anterior. Pueden procesarse tareas en paralelo. El aumento de la memoria RAM (incluso en una única máquina) siempre va a redundar en mayor velocidad de procesamiento.

**Capacidad de Almacenamiento:** La capacidad de almacenamiento en memoria externa de un cluster es la suma de la capacidad de las máquinas que lo componen.

**Velocidad de Recuperación de datos:** La velocidad de recuperación de información en un cluster siempre va a ser mejor que la velocidad promedio de las máquinas que lo componen.

**Recuperación ante fallos:** Cuando falla una de las máquinas que conforman un cluster, no tiene por qué interrumpirse el servicio del mismo. La recuperación es más "natural" que en una máquina con varios procesadores (si es que lo logra). Una máquina con un único procesador sencillamente fallaría.

Sólo la comprensión, a un nivel empírico, de lo que significa el uso de un cluster para lograr mejorar el rendimiento y usar óptimamente los recursos disponibles justificaría su implementación en cualquiera de los escenarios mencionados anteriormente. Sin embargo, nos interesa analizar algunos ejemplos de servicios ofertados en las instituciones universitarias cubanas que casi en todos los casos constituyen verdaderos "cuellos de botella"<sup>2</sup>:

- **Correo electrónico:** Por lo general se utiliza un "servidor" para esta función. En algunos casos (por limitaciones de capacidad de las máquinas destinadas a esta función) se separa la mensajería nacional de la internacional o se descentraliza, por ejemplo, a nivel de facultades. Las comillas en el servidor son por el hecho de que generalmente NO es un servidor, sino una máquina similar a cualquiera de un laboratorio.
- **Acceso a Internet:** Por lo general se utiliza un "servidor" diferente al de la mensajería. Además se le agrega invariablemente al menos un "proxy" (las

---

<sup>2</sup> No vamos a detenernos en los efectos "colaterales" de los problemas "básicos" tratados aquí. Eso ya sería otro trabajo

comillas tienen el mismo significado) y un firewall, casi siempre otra máquina a falta del hardware adecuado.

- **Acceso a recursos compartidos (FTPs, sitios web, etc):** Las Intranets y los sitios FTP de las universidades y facultades (también pasa con la mensajería) por lo general están (des)organizados de un modo caótico, sin copias de seguridad o mecanismos de salva programados y expuestos constantemente a riesgos de interrupción en el servicio por innumerables causas, pero por lo general a causa de que NO se usan servidores para prestar estos servicios.
- **Acceso a cursos en línea:** En Cuba se han utilizado diversas variantes: materiales digitales en diferentes formatos, páginas Web o el uso de plataformas educativas (Microcampus, Aprendist, SEPAD, ahora Moodle,...). En todos los casos ha existido la limitación de la capacidad de accesos concurrentes (al detectarse los límites se han descentralizado) y se manifestado valores bajos en las variables de *rendimiento* expuestas al principio.

#### ¿Qué se necesita entonces?

El propósito nuestro NO es proponer soluciones para todos los servicios expuestos pero consideramos que al implementar una solución para el que nos interesa **Acceso a cursos en línea**, si las cosas se hacen correctamente, se puede lograr mejoría en todos ellos y en otros que no hemos mencionado.

Las necesidades pueden plantearse de modo genérico en dos vertientes: **Hardware** y **Software**. No vamos a apabullar a los lectores con detalles técnicos acerca de una vertiente u otra pues eso ya se sale, nuevamente, de los objetivos de este trabajo. Aquí sólo trataremos de exponer ideas generales:

**Hardware:** Lo ideal sería tener lo mejor, varios servidores conectados en red. No necesitan estar cercanos físicamente. Es deseable además que tengan tanta RAM como se pueda y suficiente espacio de almacenamiento en disco duro. Los procesadores, si bien no deben ser muy pobres, tampoco necesitan ser lo

máximo, por ejemplo, PIV. El rendimiento de un cluster de varios PII o PIII con la memoria adecuada es mayor que un único servidor basado en un PIV.

**Software:** Hay varias alternativas [Beowulf, 2006], [LVS, 2006], [Lizárraga, 2002] sobre todo basadas en Linux. La tendencia parece ser usar Linux Virtual Server (LVS).

El principal objetivo del proyecto LVS es construir un servidor de alto rendimiento y disponibilidad para Linux usando tecnología de clustering, la cual ofrece buena escalabilidad, confiabilidad y facilidad de mantenimiento.

Un LVS incluye un *balanceador de carga*, un *cluster de servidores* y *almacenamiento*.

Hay varios paquetes que, en conjunto con LVS ofrecen gran disponibilidad al sistema completo, tales como Red Hat Piranha, Keepalived, UltraMonkey, entre otros.

Hay otras variantes muy usadas de clusters como el Cluster tipo BeoWulf.

### **Conclusiones**

La elección de Moodle como plataforma de teleformación es un hecho creciente en todo el mundo.

Las instituciones que utilizan Moodle avalan las múltiples ventajas que para el aprendizaje a distancia este ofrece, incluso para comunidades de miles de usuarios.

Configuraciones adecuadas del hardware necesario para Moodle debe hacerse teniendo en cuenta una serie de aspectos donde se destaca la escalabilidad debido a que la tendencia es siempre que la cantidad de usuario deberá seguir creciendo. Por tanto la solución óptima la constituye el uso de clusters, que puede repercutir además en la mejora de otros servicios que se ofertan en la institución.

### **Referencias bibliográficas:**

1. [Beowulf, 2006] Beowulf Project Overview (Proyecto Original de Computación de Alto Rendimiento con Linux) "What makes a cluster a Beowulf?" <http://www.beowulf.org/> (13/03/06)

2. [Catalyst, 2004] Catalyst IT Limited, NZ. "Technical Evaluation of selected Learning Management Systems" The Open Polytechnic of New Zealand, May 2004  
<http://www.eduforge.org/docman/view.php/7/18/LMS%20Technical%20Evaluation%20-%20May04.pdf>. (27/01/06)
3. [Depow, 2003] Depow Jim, "Open Source Software: two Learning Management Systems", Online Software Evaluation Report, Athabasca University, CENTRE FOR DISTANCE EDUCATION, October 2003.  
<http://cde.athabascau.ca/softeval/reports/R250310.pdf>  
(27/01/06)
4. [Eduforge, 2006] Eduforge. Documentos. <https://eduforge.org/> (29/01/06)
5. [Eduforge, 2005] Eduforge, "NZOSVLE Project Updates"  
<https://eduforge.org/> (29/01/06)
6. [Lizárraga, 2002] Lizárraga Celaya Carlos, "Clusters de Linux". Laboratorio de Sistemas Distribuidos y Redes de Computadoras. Programa de Ciencias de la Computación, Universidad de Sonora. <http://clusters.fisica.uson.mx/>  
(13/03/06)
7. [LVS, 2006] LVS (Linux Virtual Server), "What is the Linux Virtual Server?"  
<http://www.linuxvirtualserver.org> (13/03/06)
8. [MoodleDocs, 2006] Moodle Docs, "Performance"  
<http://docs.moodle.org/en/Performance> (29/01/06)
9. [MoodleForums, 2006] Moodle Forums, "Servers and Performance"  
<http://docs.moodle.org/en/Performance> (29/01/06)
10. [Navarro, 2006] Navarro Buendía Marcos, "Evaluación de plataformas e-learning de licencia pública". <http://www.uv.es/ticape/docs/nabuen/PFC.pdf>  
(29/01/06)
11. [Wikipedia, 2006] Wikipedia, "Cluster de computadores"  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster\\_de\\_computadores](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_de_computadores) (13/03/06)
12. [Wyles, 2004] Wyles Richard, Evaluation of Learning Management System software. Part II of LMS Evaluation. Open Source e-Learning Environment and Community Platform Project. March 2004.

Anexo 6

---

<http://eduforge.org/docman/view.php/7/17/Evaluation%20of%20LMS%20-%20Part%20I.pdf> (29/01/06)

13. [Wyles, 2005] Wyles Richard, "New Zealand Open Source Virtual Learning Environment Project "

<https://eduforge.org/docman/view.php/7/330/NZOSVLE4.ppt> (29/01/06)

## **SOBRE CLUSTERS, LAS UNIVERSIDADES CUBANAS Y PLATAFORMAS DE TELEFORMACION**

MSc David Leyva Leyva  
[davidl@uci.cu](mailto:davidl@uci.cu)  
[dleyval@yahoo.com](mailto:dleyval@yahoo.com)

Ing. Daymy Tamayo Avila  
[daymy@uci.cu](mailto:daymy@uci.cu)  
[daymyt83@yahoo.es](mailto:daymyt83@yahoo.es)

Universidad de las Ciencias Informáticas  
CUBA, Junio 2006

### **Resumen**

Se definen conceptos como la Computación de Altas Prestaciones y Paralelismo y se da una introducción a los Clusters de Computadoras.

En el trabajo se analizan experiencias del uso de clusters y supercomputing en universidades del primer mundo y se exponen algunas experiencias cubanas en este campo. Además se comenta acerca de las plataformas de teleformación más utilizadas en Cuba y sus necesidades tecnológicas.

Se hacen propuestas de dos variantes de implementación de clusters en el contexto cubano que pudieran ser usadas como referencia en dependencia de las condiciones concretas de cada centro.

### **Abstract**

Concepts as High Performance Computing and Parallelism are defined, and an introduction to Computer Clusters is given.

The work analyze experiences using clusters and supercomputing in first world universities and some Cuban experiences in the field are exposed. Most used e-learning platforms in Cuba are commented as long as their technological needs.

Two proposals are given for clusters implementation in the Cuban context that could be used as reference depending on each university particularities.

## Introducción

El Paralelismo y la Computación de Altas Prestaciones (High Performance Computing, HPC) son términos comunes en nuestros días. A continuación las definiciones que da Wikipedia [Wikipedia, 2006a]. Las negritas son de los autores.

**“Parallel computing** is the simultaneous execution of the same task (split up and specially adapted) on multiple processors in order to obtain results faster. The idea is based on the fact that the process of solving a problem usually can be divided into smaller tasks, which may be carried out simultaneously with some coordination”

**“The term high performance computing (HPC)** refers to the use of (parallel) supercomputers and computer clusters, that is, computing systems comprised of multiple (usually mass-produced) processors linked together in a single system with commercially available interconnects. This is in contrast to mainframe computers, which are generally monolithic in nature. While a high level of technical skill is undeniably needed to assemble and use such systems, they can be created from off-the-shelf components. Because of their flexibility, power, and relatively low cost, HPC systems increasingly dominate the world of **supercomputing**. Usually, computer systems in or above the teraflop-region are counted as HPC-computers”

Un **cluster** ([Lizárraga, 2002], [Beowulf, 2006], [Wikipedia, 2006] [LVS, 2006] ) es un grupo de computadoras conectadas en red, sobre las que corre software específico de modo que se comportan como si fuera una sola, compartiendo los recursos y la carga de trabajo.

Si las computadoras conectadas son servidores, entonces estamos en presencia de un “cluster” de servidores. Una característica muy deseable de un cluster es que cuando aumenta la carga, simplemente podemos agregar otro servidor, o más, al cluster para cubrir el incremento de solicitudes. Esto se puede hacer de modo “transparente” al usuario y está demostrado que el **rendimiento** del cluster aumenta proporcionalmente al número de servidores que lo forman [Beowulf, 2006] [LVS, 2006].

Mencionaremos brevemente algunas variables de rendimiento que pueden ser mejoradas con el uso de un cluster:

**Capacidad de Procesamiento:** Mediante un cluster aumenta la cantidad de tareas a procesar, esencialmente porque existen más **procesadores** y más **memoria**. Se realiza un *balance de carga*.

**Velocidad de Procesamiento:** Por el mismo motivo del punto anterior. Pueden procesarse tareas en paralelo. El aumento de la memoria RAM (incluso en una única máquina) siempre va a redundar en mayor velocidad de procesamiento.

**Capacidad de Almacenamiento:** La capacidad de almacenamiento en memoria externa de un cluster es la suma de la capacidad de las máquinas que lo componen.

**Velocidad de Recuperación de datos:** La velocidad de recuperación de información en un cluster siempre va a ser mejor que la velocidad promedio de las máquinas que lo componen.

**Recuperación ante fallos:** Cuando falla una de las máquinas que conforman un cluster, no tiene por qué interrumpirse el servicio del mismo. La recuperación es más "natural" que en una máquina con varios procesadores (si es que lo logra). Una máquina con un único procesador sencillamente fallaría.

La evolución y estabilidad que ha alcanzado el sistema operativo Linux, ha contribuido al desarrollo de muchas tecnologías nuevas, entre ellas la de Clusters.

Existen varios tipos de clusters [Lizárraga, 2002] [Wikipedia, 2006] [LVS, 2006]:

**Cluster de alto rendimiento (High Performance (HP)):** un número grande de máquinas individuales actuando como una sola máquina muy potente. Utilizado en problemas grandes y complejos, generalmente investigaciones científicas, que requieren una cantidad enorme de potencia computacional. Entre las aplicaciones más comunes de clusters de alto rendimiento se encuentra el pronóstico numérico del estado del tiempo, astronomía, investigación en criptografía, análisis de imágenes, etc.

**Cluster de servidores virtuales o de balance de carga:** Un conjunto de servidores en red comparten la carga de trabajo de tráfico de sus clientes. Al balancear la carga de trabajo de tráfico en un arreglo de servidores, mejora el tiempo de acceso y confiabilidad. Además como es un conjunto de servidores el que atiende el trabajo, la falla de uno de ellos no ocasiona una falla catastrófica total, de gran valor cuando hay grandes volúmenes de tráfico en sitios Web.

**Clusters de alta disponibilidad (High Availability (HA)) o cluster de redundancia:** Tiene servidores que actúan entre ellos como respaldos vivos de la información que sirven.

Además del concepto de Cluster, existe otro concepto más amplio y general que es el **Cómputo en Malla (Grid Computing)**. Una Malla es un tipo de sistema paralelo y distribuido que permite compartir, seleccionar y añadir recursos que se encuentran distribuidos a lo largo de dominios administrativos "múltiples" basados en su disponibilidad, capacidad, rendimiento, costo y calidad de servicio que requiere un usuario [Lizárraga, 2002].

Si los recursos distribuidos se encuentran bajo la administración de un sistema central único de programación de tareas, entonces nos referiremos a un Cluster.

En un Cluster, todos los nodos trabajan en cooperación con un objetivo y una meta común pues la asignación de recursos los ejecuta un solo administrador centralizado y global. En una Malla, cada nodo tiene su propio administrador de recursos y política de asignación.

### **Desarrollo**

En [Leyva, 2006] afirmábamos que lo deseable para la instalación de Moodle en una situación como la de la UCI (gran cantidad de cuentas, cursos, y posibles accesos concurrentes) sería la utilización de un cluster, sin embargo, esa opción la desechábamos por ser más cara que la que en definitiva se seleccionó: utilizar un servidor con 2 procesadores y mayor RAM que el que se planeaba usar inicialmente.

El trabajo mencionado surgió a partir de un estudio realizado a solicitud de la Dirección de Teleformación para hacer una propuesta de configuración para Moodle por haber sido la plataforma de teleformación escogida en la UCI.

En [Leyva, 2006] se mencionan además algunos servicios ofertados en las instituciones universitarias cubanas que casi en todos los casos constituyen verdaderos “cuellos de botella” y que pudieran ser mejorados ostensiblemente mediante el uso de un cluster:

- **Correo electrónico:** Por lo general se utiliza un servidor para esta función. Generalmente NO es un servidor, sino una máquina similar a cualquiera de un laboratorio, una simple PC.
- **Acceso a Internet:** Por lo general se utiliza un “servidor” diferente al de la mensajería. Además se le agrega invariablemente al menos un “proxy” (las comillas tienen el mismo significado) y un firewall, casi siempre otra máquina “normal” a falta del hardware adecuado.
- **Acceso a recursos compartidos (FTP, sitios web, etc):** Las Intranets y los sitios FTP de las universidades y facultades (también pasa con la mensajería) por lo general están (des)organizados de un modo caótico, sin copias de seguridad o mecanismos de salva programados y expuestos constantemente a riesgos de interrupción en el servicio por innumerables causas, pero por lo general a causa de que NO se usan servidores para prestar estos servicios.
- **Acceso a cursos en línea:** En Cuba se han utilizado diversas variantes: materiales digitales en diferentes formatos, páginas Web o el uso de plataformas educativas (Microcampus, Aprendist, SEPAD, ahora Moodle,...). En todos los casos ha existido la limitación de la capacidad de accesos concurrentes (al detectarse los límites se han descentralizado) y se han manifestado valores bajos en las variables de *rendimiento* expuestas antes. (Ver sección de **Experiencias cubanas**, más adelante)

En lo que sigue profundizaremos un poco más en cómo está estructurado y como funciona un cluster.

La tecnología de clusters tiene dos componentes:

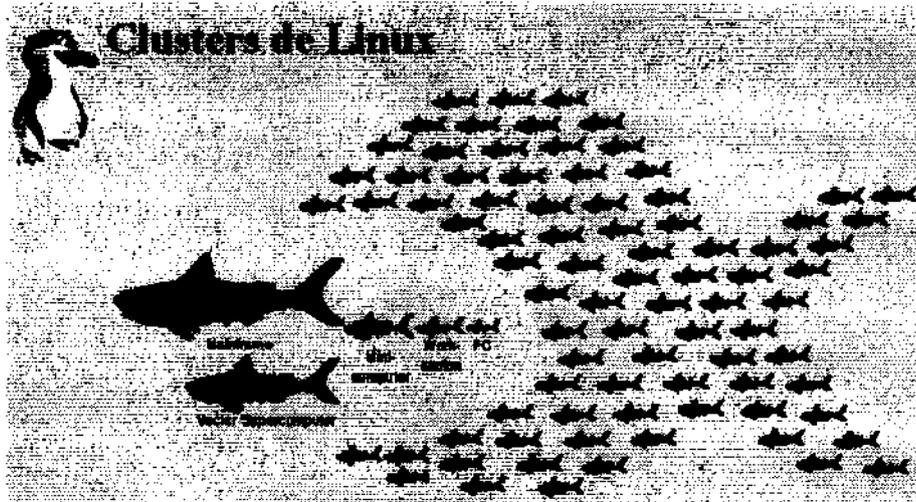
**Software:** Un sistema operativo especializado, generalmente sobre la base de modificaciones al kernel de Linux; un conjunto de compiladores y aplicaciones especiales que aprovechan las ventajas de la tecnología.

**Hardware:** Interconexión entre las máquinas (nodos) del Cluster. Muchas veces interfaces especiales eficientes, pero comúnmente las interconexiones se realizan mediante una red Ethernet (estandarizada como IEEE 802.3) dedicada de alta velocidad. Es mediante esta interfaz que los nodos del Cluster intercambian entre sí la asignación de tareas, actualizaciones de estado y datos del programa.

Debe existir además una interfaz de red que conecte al Cluster con el mundo exterior. En este mundo "exterior" están los usuarios, que sólo saben que están conectados a un servidor, el usuario no percibe el hecho de que este sea en realidad un cluster.

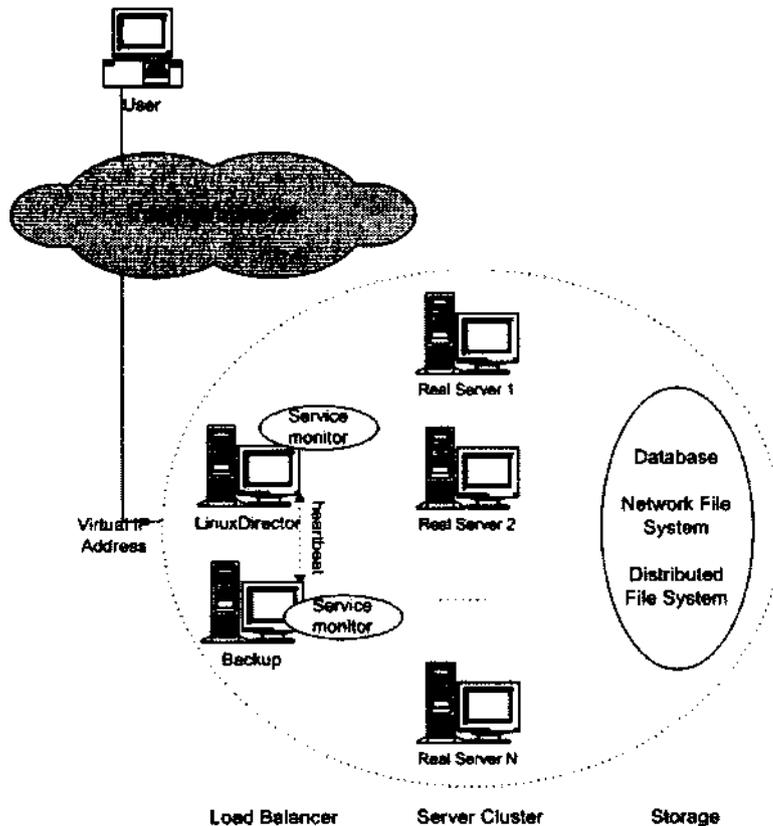
La tecnología de Clusters de Alto Rendimiento (HP) para Linux más conocida es el la tecnología **Beowulf** [Lizárraga, 2002]. Para más detalles de este tipo de cluster, consulte [Beowulf, 2006]. La tecnología Beowulf la desarrolló la NASA y puede proporcionar potencial de cómputo similar a una supercomputadora utilizando computadoras personales sencillas conectadas entre sí mediante una red Ethernet de alta velocidad. El nombre de Beowulf es tomado de un héroe de la mitología danesa.

Respecto a los Clusters de servidores virtuales o de balance de carga, la tendencia parece ser usar Linux Virtual Server (LVS) [Lizárraga, 2002]. El principal objetivo del proyecto LVS [LVS, 2006] es construir un servidor de alto rendimiento y disponibilidad para Linux usando tecnología de clustering, la cual ofrece buena escalabilidad, confiabilidad y facilidad de mantenimiento.



Tomado de: <http://clusters.fisica.uson.mx/>

Un cluster LVS incluye un *balanceador de carga*, un *cluster de servidores* y un *área de almacenamiento* (Ver figura que sigue). Hay varios paquetes que, en conjunto con LVS ofrecen gran disponibilidad al sistema completo, tales como Red Hat Piranha, Keepalived, UltraMonkey, entre otros. Más detalles y enlaces en la referencia citada.



**High Availability of Linux Virtual Server**

Tomado de: <http://www.linuxvirtualserver.org/>

En un Cluster de Alta Disponibilidad los servidores están listos para entrar inmediatamente en funcionamiento en el caso de que falle algún otro servidor. La característica de flexibilidad que proporciona este tipo de tecnología de Cluster lo hacen necesario en ambientes de intercambio intensivo de información. Los clusters de alta disponibilidad permiten un fácil mantenimiento de los servidores. Un servidor del cluster se puede sacar de línea, apagarse y actualizarse o repararse sin comprometer los servicios que brinda el Cluster. Cuando el servidor vuelve a estar listo, se incorpora al Cluster.

Los Clusters de Alto Rendimiento son utilizados en grandes proyectos de universidades y centros de investigación del primer mundo (ver sección que sigue). Existe un ranking de los proyectos más potentes (<http://clusters.top500.org/>). Entre los más conocidos está el Earth Simulator Center, proyecto japonés que encabezó el ranking hasta hace muy poco tiempo. NEC / 5120 procesadores / Rmax=35,860 GFlops; Rpeak=40,960 GFlops. 10 TB de memoria principal. Ocupa un edificio de 2 pisos (50mx65mx17m).

El ejemplo más elocuente de LVS es Google. Es un cluster servidores virtuales de alta disponibilidad (de balance de carga + alta disponibilidad) de miles de sistemas Linux. Los servicios de Google corren en varias server farms<sup>1</sup>, las cuales en 2004, consistían en más de 30 clusters de hasta 2,000 PCs por cluster. Cada cluster contiene un petabyte<sup>2</sup> de datos con ritmos de transferencia sostenida de 2 Gbps. Combinadas, más de cuatro billones de paginas web, promediando 10 Kb cada una completamente indexadas.

Existen varios proyectos basados en Computación en Malla: SETI Institute (ONG que investiga acerca del origen del universo), Genome@home (Univ. De Standford, hasta 2004. Actualmente dentro de Holding@Home), Evolution@Home, Climateprediction.net, etc que conectan miles de computadoras en todo el mundo, en muchos casos computadoras personales en casas, las que la gente pone a disposición de los proyectos como es el caso de fightAIDS@Home para la lucha contra el SIDA.

Existen otras tecnologías de clusters [Lizárraga, 2002]:

- **MOSIX:** Esta tecnología basada en Linux, permite realizar balance de carga para procesos particulares en un cluster. Trabaja como un Cluster de Alto Rendimiento en el sentido de que está diseñado para tomar ventaja del hardware más rápido disponible en el cluster para cualquier tarea que le sea asignada. Pero, lo realiza balanceando la carga de las varias tareas en varias máquinas.  
Una de las grandes ventajas de MOSIX es que no requiere la confección especial de software como lo requiere los clusters tipo Beowulf. Los usuarios ejecutan sus programas normalmente y el sistema MOSIX se encarga del resto.
- **Paquete Piranha:** Permite a los servidores Linux proveer alta disponibilidad sin la necesidad de invertir cantidades mayores en hardware. La tecnología de cluster está basada completamente en software, donde los servidores se comunican en una red de alta velocidad. Se puede configurar para trabajar como Cluster de Alta Disponibilidad o de Balance de Carga. Piranha puede configurar un servidor de respaldo en caso de fallo de la contraparte. También puede hacer que el cluster aparezca como un servidor virtual.

---

<sup>1</sup> A **server farm** is a collection of computer servers usually maintained by an enterprise to accomplish server needs far beyond the capability of one machine. Often, server farms will have both a primary and a backup server allocated to a single task, so that in the event of the failure of the primary server, a backup server will take over the primary server's function (Wikipedia, Junio 2006)

<sup>2</sup> A petabyte (derived from the SI prefix peta-) is a unit of information or computer storage equal to one quadrillion bytes. It is commonly abbreviated PB.

Actualmente, el mercado de clusters está bien activo y las tecnologías para su implementación están en constante desarrollo. Algunos ejemplos:

**ClusterVision** es una compañía que provee servicios de HPC (High Performance) and HAC (High Availability) computing.

Ofrece tres tipos de clusters: Compute, Storage & Database Clusters. Además ofrece servicios de Grid Computing.

Usa ClusterVisionOS, un sistema operativo y ambiente basado en Linux utilizando una arquitectura cliente/servidor que incluye sistema de planificación y colas, bibliotecas MPI y PVM, compiladores y herramientas de monitoreo y administración. Posee un único punto de administración para el cluster completo con una interfaz de usuario en Web a varios módulos [ClusterVision, 2006]

**ParallelKnoppix (PK)** se anuncia como "la forma más rápida y sencilla de montar un cluster de ordenadores". Está basada en la distribución GNU/Linux versión Live Knoppix y permite configurar un cluster de máquinas heterogéneas para el procesamiento en paralelo rápida y fácilmente. Soporta varios protocolos y un número de máquinas que va desde 2 a 200 [ParallelKnoppix, 2006]

**PlayStation (PS):** SONY lanzó PlayStation2 en el 2000. Financiado por el NSF, el NCSA (National Center for Supercomputing Applications) y Computer Science – University of Illinois en Urbana-Champaign exploran el uso de PS2 en Cómputo Científico y Visualización de Alta Resolución. Construyen un Cluster de 70 PS2 (Sony Linux Kit + MPI, PBS, Maui Scheduler). Utilizan CPU Emotion Engine 128-bits 300MHz (Extended MIPS III RISC) que tiene 2 unidades vectoriales diseñadas para manipular polígonos gráficos, que potencialmente puede ser utilizado para cómputo científico. SONY Linux basado en el Linux Kondara, el cual esta basado en el Linux Red Hat. El Kernel para PlayStation2 era xRhino Kernel 2.2.21-xr7 (Jul 2002). Luego Linux BlackRhino 1.0 (Marzo 2003), distribución Libre basada en el Debian GNU/Linux. SONY planeaba lanzar PlayStation3 en el 2005. Las computadoras estarían compuestas de celdas, cada una con un CPU (quizás un PowerPC), y 8 APU (procesadores vectoriales) cada uno con 128K de memoria. La velocidad sería de 4GHz (256 GFlops) con las celdas conectadas a la memoria central de 64MB mediante un bus de 1024bits. El PS3 sería 1000 veces más rápido que el PS2. Existe una comunidad de desarrolladores para PS (<http://ps2dev.sourceforge.net/>) [Lizárraga, 2003?].

### **Experiencias en universidades de otras latitudes**

**MareNostrum**, basada en el Barcelona Supercomputing Center (Technical University of Catalunya), España. Es la supercomputadora más potente de Europa y una de las más potentes del mundo<sup>3</sup>. Se basa en blade-servers de IBM (BladeCenter JS20) que usan GNU+Linux. Posee 4812 procesadores, en 2406 nodos cada uno con un procesador dual IBM 64-bit PowerPC 970FX, a 2.2 GHz.

<sup>3</sup> Según Wikipedia (Junio, 2006) de acuerdo al LINPACK benchmark. Siendo una de las 10 más poderosas del mundo en Noviembre de 2005.

Posee 9 TB de RAM y 140 TB de almacenamiento externo en disco. Opera a 27.91 teraflops con picos de 42.144 teraflops. Es utilizada en investigaciones del genoma humano, de proteínas, pronóstico del tiempo y el diseño de nuevos medicamentos. Fue lanzada en Abril de 2005 y está disponible a la comunidad científica nacional e internacional [Wikipedia, 2006b].

En los Estados Unidos, sin descontar que es una tendencia de la actualidad, y debido al hecho de la disminución del presupuesto del estado destinado a la educación superior, las universidades se han visto obligadas a buscar financiamiento en el sector privado para desarrollar sus centros de cómputo especializados y laboratorios.

Algunos ejemplos ilustrativos de universidades norteamericanas [Villano, 2006]:

**High Performance Center (HPC), Universidad de la Florida:** estrenó un nuevo clúster: una supercomputadora de 200 nodos. Será utilizada en proyectos de investigación sobre las propiedades de la dinámica molecular, ingeniería aerodinámica y modelación del clima. Un nodo, típicamente tiene entre 2 y 4 CPUs de hasta 4GB de RAM.

**Center for High-Performance Computing (CHPC), University de Utah** que ofrece servicios a programas avanzados en ciencias computacionales y simulaciones. Adquirió un metacluster, financiado por el Nacional Institute of Health (NIH), para abordar la nueva generación de aplicaciones en bioinformática, que incluye la crema y nata del estudio del código genético. El metacluster incluye más de 1,000 procesadores 64 bits en "blades" densas de Angstrom Microsystems. Fue configurado en cinco subsistemas, incluyendo un clúster paralelo con 256 nodos duales, un cluster "cycle farm" con 184 nodos duales, un cluster para minería de datos con 48 nodos duales, un sistema de ficheros a largo plazo con 15 terabytes de almacenamiento, y un cluster de visualización manipulado por un cluster de 10 nodos.

**Computational Atmospheric Dynamics (CAD) Laboratory, Embry-Riddle Aeronautical University (FL):** una supercomputadora para investigar ondas acústicas de gravedad en las capas superiores de la atmósfera terrestre, las que pueden impactar las condiciones de vuelo. Estas simulaciones anteriormente se tomaban tres o cuatro días. Con la potencia de la nueva máquina se ejecutan en cuestión de horas.

**Proyectos a gran escala que han adoptado Moodle:**

En esta sección sólo enumeramos algunos proyectos de diferentes latitudes y la cantidad de usuarios a los que prestan servicios de cursos en línea soportados en la plataforma Moodle.

- NZVLE Project, Nueva Zelanda (Más de 40, 000)
- Athabasca University, de Canadá (30,000 estudiantes cada año)

- The Open University (OU) de Reino Unido (150,000 pregrado y más de 30,000 de postgrado)
- San Francisco State University (SFSU) – (Más de 10,000 usuarios)

### **Experiencias cubanas**

#### **En clusters:**

El CIGB posee un cluster formado por 64 PCs, con un total de 128 microprocesadores con una capacidad de 11.7 TB. Se usa fundamentalmente para las investigaciones aplicadas desarrolladas allí y otros centros del Polo Científico del Oeste dedicados a la producción de medicamentos. No disponemos de detalles de los datos técnicos del dicho cluster. Para más información de los proyectos en ejecución consultar: [www.cigb.edu.cu](http://www.cigb.edu.cu)

La Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (UCLV) creó un Centro de Cómputo Avanzado (CCA) en el Centro de Estudios de Informática (CEI) que posee un cluster tipo Beowulf dedicado fundamentalmente a la docencia y las investigaciones formado por 13 máquinas sobre el sistema operativo Linux Red Hat 7.2. No tenemos detalles de los datos técnicos del dicho cluster. Para más información consultar: [www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

#### **En plataformas:**

En Cuba se han utilizado un grupo de plataformas, a partir del año 2000 aproximadamente. Por directiva del MES se utilizó en casi todas las universidades dependientes de este ministerio la plataforma Microcampus, que aunque con muchas limitantes, constituyó un punto de partida.

También se han utilizado plataformas desarrolladas en el país: Aprendist, desarrollada en el CREA (ISPJAE) ha sido utilizada allí y en otras universidades, incluida la UCI.

SEPAD, desarrollada en la UCLV, ha sido utilizada también en varias universidades y otros organismos, posee variantes (aplicación desktop, aplicación Web, etc) y herramientas que la complementan. Se trabaja actualmente en un proyecto para que cumpla con los estándares internacionales.

En la Universidad de Holguín [] a partir del 2002 se desarrolló una plataforma de educación a distancia sobre la base de un proyecto financiado por el MES.

En los últimos dos años, en varias universidades cubanas y otros organismos de diversos ministerios se ha adoptado Moodle, que es una plataforma libre que cumple con los estándares internacionales pero que sobre todo tiene una comunidad de desarrollo muy activa que la ha hecho desplazar a plataformas propietarias (Blackboard, WebCT) utilizadas por muchos años en prestigiosas universidades. Ejemplos muy elocuentes son la Open University (UK) y la Universidad Abierta de Cataluña (España) que son universidades dedicadas a la enseñanza a distancia.

La UCI decidió hace más de un año la adopción de Moodle como su plataforma de teleformación. Se calcula que llegará a tener más de 15,000 usuarios.

En la UCI se pudieran aprovechar cientos de computadoras que nunca se apagan en los laboratorios, aulas, oficinas y en los apartamentos para la creación de una grid (malla) para ser utilizada en proyectos que demanden gran capacidad de procesamiento.

En lo referente a clusters en particular, y en el área que nos interesa, proponer una variante para Moodle en la UCI, debemos tener en cuenta los requerimientos de hardware que se analizan en [Leyva, 2006]. Lo ideal es utilizar clustering con balance de carga y alta disponibilidad. De acuerdo al referido trabajo, tendríamos dos variantes de acuerdo al hardware disponible:

**Variante A** (poca disponibilidad de recursos), usando máquinas "normales" como servidores: es la situación típica de laboratorios de proyectos individuales o a nivel de facultades. Pudieran implementarse clusters tipo Beowulf, ajustados a las condiciones concretas. En este caso quizás exista la necesidad del desarrollo de software específico. Existen paquetes de libre distribución que se pueden utilizar para su implementación.

**Variante B** (buena disponibilidad de recursos); usando servidores profesionales: La UCI dispone de servidores profesionales en el Nodo Central y en la Infraestructura productiva. Nuestra propuesta consiste en la creación de un clúster con varios subsistemas (ver caso de la Universidad de Utah y Google) basados en LVS y combinados con MOSIX y/o PIRANHA de modo que los servicios comunes mencionados anteriormente (como correo electrónico o el acceso a Internet) y analizados también en [Leyva, 2006] puedan ser atendidos por diferentes subsistemas (clusters) y no por servidores individuales, como se hace actualmente, que no garantizan por sí solos la calidad requerida en estos servicios.

Uno de estos subsistemas pudiera soportar Moodle y las demás herramientas complementarias que se necesiten, incluyendo el portal actualmente en desarrollo.

### **Conclusiones**

Los Clusters de Alto Rendimiento se deben utilizar en casos de alta carga de procesamiento, como cálculo intensivo.

Los Clusters de Balance de Carga se deben usar en casos en que el tráfico sea intensivo; o sea, gran carga de tráfico.

Los Cluster de Alta Disponibilidad permiten el escalado, la actualización y el mantenimiento "en caliente" y son útiles en ambientes de intercambio intensivo de información.

Las necesidades de proyectos individuales, e incluso facultades, pudieran ser resueltas con la implementación de clusters tipo Beowulf.

La experiencia en la utilización de Moodle en el mundo pasa por la utilización de clusters para garantizar la concurrencia de gran cantidad de usuarios. En las experiencias cubanas en el uso de plataformas para la formación on-line la UCI es el caso de mayores dimensiones, con niveles de concurrencia probables de miles de usuarios.

Los servicios "comunes" de la UCI, incluida la Teleformación, pudieran ser garantizados con la implementación de clusters tipo LVS basados en servidores profesionales.

### **Bibliografía**

1. [Beowulf, 2006] Beowulf Project Overview (Proyecto Original de Computación de Alto Rendimiento con Linux) "What makes a cluster a Beowulf?" <http://www.beowulf.org/> (13/03/06)
2. [Catalyst, 2004] Catalyst IT Limited, NZ. "Technical Evaluation of selected Learning Management Systems" The Open Polytechnic of New Zealand, May 2004  
<http://www.eduforge.org/docman/view.php/7/18/LMS%20Technical%20Evaluation%20-%20May04.pdf>. (27/01/06)
3. [ClusterVision, 2006] ClusterVision: [www.clustervision.com](http://www.clustervision.com) (15/06/06)
4. [Depow, 2003] Depow Jim, "Open Source Software: two Learning Management Systems", Online Software Evaluation Report, Athabasca University, CENTRE FOR DISTANCE EDUCATION, October 2003.  
<http://cde.athabascau.ca/softeval/reports/R250310.pdf> (27/01/06)
5. [Eduforge, 2006] Eduforge. Documentos. <https://eduforge.org/> (29/01/06)
6. [Eduforge, 2005] Eduforge, "NZOSVLE Project Updates" <https://eduforge.org/> (29/01/06)
7. [Leyva, 2006] Leyva Leyva, David y Tamayo Avila, Daymy. MOODLE: ALGUNAS CONSIDERACIONES PRÁCTICAS SOBRE SU IMPLEMENTACIÓN. Ponencia presentada en la III Semana Tecnológica del MIC. Ciudad de LA Habana. Abril, 2006.
8. [Lizárraga, 2002] Lizárraga Celaya Carlos, "Clusters de Linux". Laboratorio de Sistemas Distribuidos y Redes de Computadoras. Programa de Ciencias de la Computación, Universidad de Sonora. <http://clusters.fisica.uson.mx/> (13/03/06)

9. [Lizárraga, 2003?] Lizárraga Celaya Carlos, "Cómputo de Alto Rendimiento en Clusters de PlayStation 2". Presentación en MS-Power Point. Laboratorio de Sistemas Distribuidos y Redes de Computadoras. Programa de Ciencias de la Computación, Universidad de Sonora. <http://clusters.fisica.uson.mx/> (13/03/06)
10. [LVS, 2006] LVS (Linux Virtual Server), "What is the Linux Virtual Server?" <http://www.linuxvirtualserver.org> (13/03/06)
11. [MoodleDocs, 2006] Moodle Docs, "Performance" <http://docs.moodle.org/en/Performance> (29/01/06)
12. [MoodleForums, 2006] Moodle Forums, "Servers and Performance" <http://docs.moodle.org/en/Performance> (29/01/06)
13. [Navarro, 2006] Navarro Buendía Marcos, "Evaluación de plataformas e-learning de licencia pública". <http://www.uv.es/ticape/docs/nabuen/PFC.pdf> (29/01/06)
14. [PKnoppix, 2006] ParallelKnoppix: <http://idea.uab.es/mcreel/ParallelKnoppix/> (31/05/06)
15. [Villano, 2006] Villano Matt, "Supercomputing Is Here!" Campus Technology. Syllabus Media Group, Abril 2006. <http://www.campus-technology.com> (20/04/06)
16. [Wikipedia, 2006a] Wikipedia, "Cluster de computadores" [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster\\_de\\_computadores](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_de_computadores) (13/03/06)
17. [Wikipedia, 2006b] Wikipedia, "MareNostrum" <http://es.wikipedia.org/wiki/Marenostrum> (31/05/06)
18. [Wyles, 2004] Wyles Richard, Evaluation of Learning Management System software. Part II of LMS Evaluation. Open Source e-Learning Environment and Community Platform Project. March 2004. <http://eduforge.org/docman/view.php/7/17/Evaluation%20of%20LMS%20-%20Part%20II.pdf> (29/01/06)
19. [Wyles, 2005] Wyles Richard, "New Zealand Open Source Virtual Learning Environment Project " <https://eduforge.org/docman/view.php/7/330/NZOSVLE4.ppt> (29/01/06)

## **XII Exposición Provincial Forjadores del Futuro**

### **GENERACIÓN DE SITIOS WEB A PARTIR DE CURSOS EN LA PLATAFORMA MOODLE**

Ing. Daymy Tamayo Avila, MSc David Leyva Leyva, Ing. Juenlis Coss Piña  
{daymy, davidl, juenlis}@uci.cu  
dleyval@yahoo.com, daymyt83@yahoo.es, juenlis@gmail.com

Estudiantes:

Benjamín Díaz Tito, Jesús Hidalgo Guillén, Yordanis Gutiérrez Gómez  
{bdiaz, jhidalgo, ygutierrez}@estudiantes.uci.cu  
Universidad de las Ciencias Informáticas  
CUBA, Octubre 2006

#### **Resumen**

Moodle es una plataforma de enseñanza a distancia desarrollada sobre software libre que está en continua evolución. Permite crear cursos en un ambiente fácil e intuitivo, y posee un entorno configurable. Moodle es una aplicación Web, lo que implica que el usuario debe acceder a ella a través de una red.

En este trabajo se presenta un nuevo módulo de Moodle (C2Site) que permite exportar los cursos que se encuentren montados en Moodle como un sitio Web. De esta forma los cursos pueden ser portados y accedidos sin necesidad de tener instalada la plataforma, y depender de una conexión de red; evitando además la instalación de servidores locales.

Este módulo permite escoger los cursos y las actividades de cada curso que se desee exportar, conservando la estructura visual del curso original.

## Introducción

Sin lugar a dudas, la enseñanza virtual brinda oportunidades de aprendizaje de una manera flexible, que quizás no serían posibles o se dificultarían en otras circunstancias por una serie de razones que tienen que ver con las limitaciones de distancia, horarios, de espacio en las instituciones, entre otras causas.

En los últimos años ha existido un crecimiento constante de las plataformas y herramientas que posibilitan el acceso a este tipo de enseñanza. Sin embargo, no es un secreto que el e-learning demanda una importante inversión en la tecnología que lo sustenta.

Por otro lado, en muchos lugares existe déficit en la infraestructura de las telecomunicaciones, muchas veces las conexiones son lentas o sencillamente no existen. Una gran parte de la población mundial no tiene acceso a Internet, y otra parte no puede explotar todas las facilidades que brinda debido a las limitaciones mencionadas.

El trabajo que se presenta es una herramienta que permite aprovechar los cursos montados en Moodle [Moodle, 2006], una de las plataformas de teleformación más utilizadas en todo el mundo, para poder distribuirlos en CD en forma de sitio Web.

## Estructura de un curso en Moodle

Un curso en Moodle [Castro, 2004] está conformado por tres elementos lógicos principales:

- **Módulos de comunicación:** para permitir que los alumnos puedan hablar con el profesor (hacer preguntas, plantear dudas, etc.) y, mucho más importante, puedan comunicarse entre ellos y construir su propia comunidad de aprendizaje.
- **Módulos de materiales:** Son los elementos que representan los contenidos materiales del curso. Son todo tipo de textos, libros, apuntes, presentaciones de diapositivas, enlaces a páginas Web externas etc. pensados para que los estudiantes los lean y estudien sobre ellos.
- **Módulos de actividades:** Son la parte activa y colaborativa donde el alumno tiene que hacer algo más allá de meramente leer un texto. Debates y discusiones, resolución de problemas propuestos, redacción de trabajos, creación de imágenes, webquests, pueden ser ejemplos de actividades realizables.

En los cursos creados en Moodle estos elementos pueden incorporarse a través de las *actividades* y los *recursos*.

Las actividades se corresponden principalmente con acciones que debe realizar el estudiante al desarrollar cualquier tipo de curso. Las actividades con que cuenta son: tareas, chat, consultas, foros, lecciones, glosario,

questionarios, encuestas, talleres. Pueden añadirse nuevos módulos de actividades a los ya instalados en Moodle.

Los recursos permiten la incorporación de contenido en diferentes formatos. Los recursos con que cuenta son: página de texto, página HTML, archivos y páginas web, directorio, etiquetas.

La estructura visual de un curso en Moodle está formada por una columna central que contiene los elementos propios de cada curso: vínculos a los contenidos y materiales textuales del curso, las diferentes actividades didácticas; y por bloques, que no son más que una serie de paneles que contienen agrupaciones de elementos de similitud semántica, como pueden ser el bloque de *administración*, el *calendario*, las *actividades recientes* entre otros. En la Figura 1 se muestra cómo están dispuestos los diferentes elementos.

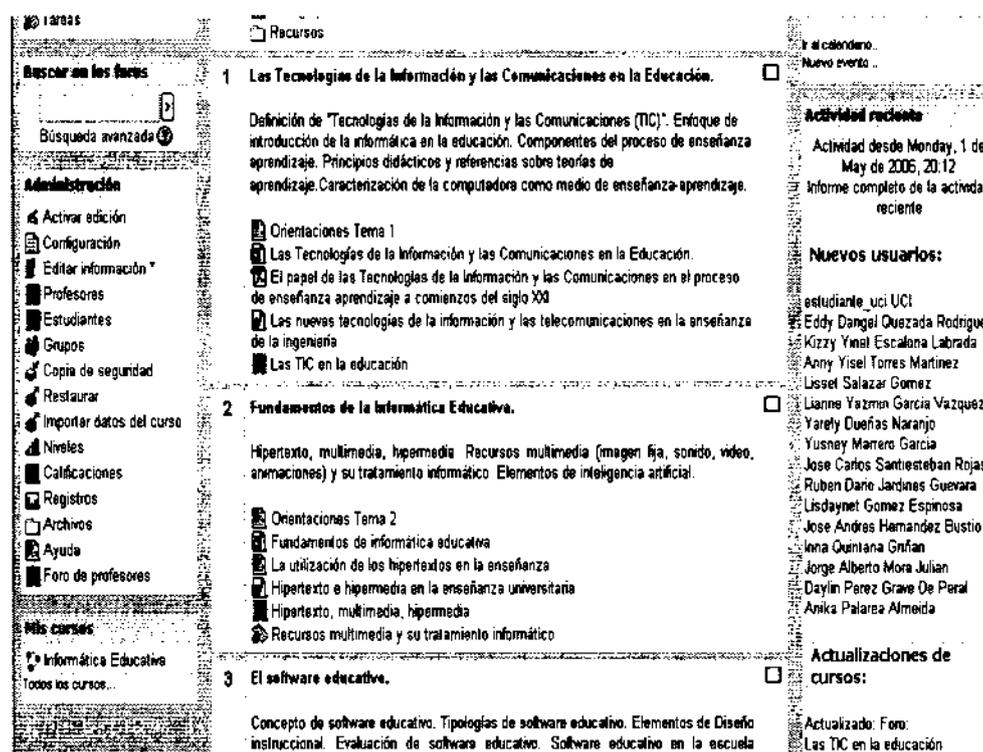


Figura 1 La estructura de bloques de un curso virtual.

## Generación de cursos

El objetivo de C2Site es generar un Sitio Web con cursos previamente montados en Moodle para distribuirlos en CD u otro dispositivo de almacenamiento externo.

C2Site es un módulo que se instala en Moodle<sup>1</sup>, y se agrega como una opción más del panel de administración del curso, como se muestra en la Figura 2.

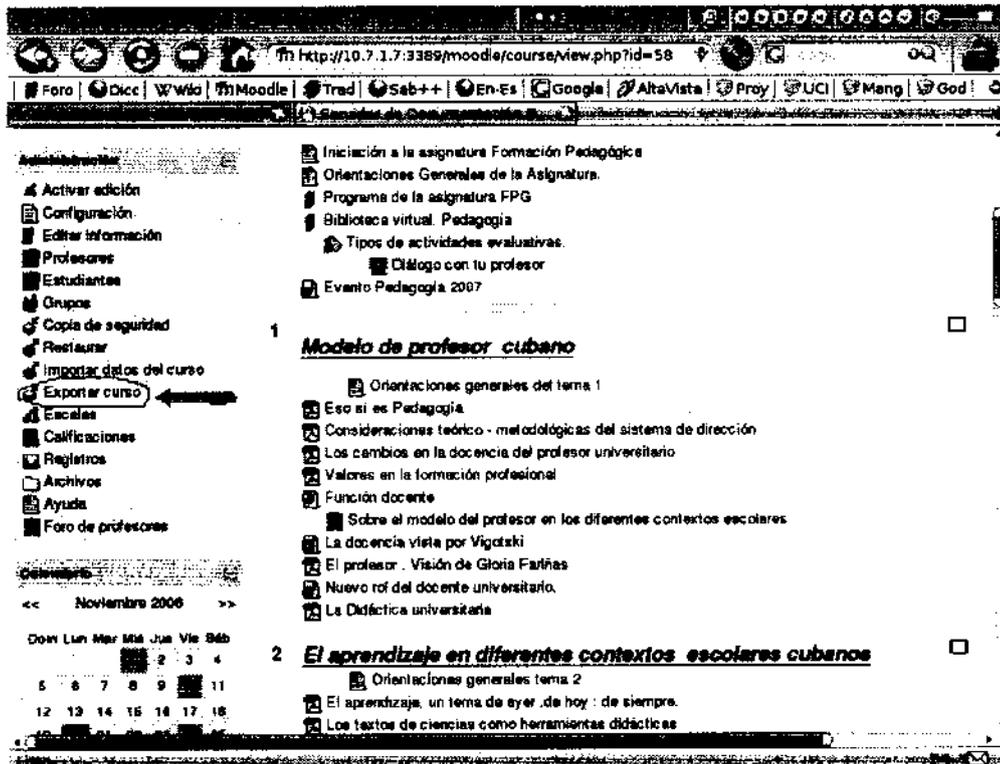


Figura 2. C2Site instalado en Moodle.

C2Site permite tanto a profesores como a administradores poder exportar cursos. Sin embargo el profesor podrá exportar solamente los cursos en los cuales él es el profesor, mientras que el administrador tendrá la posibilidad de exportar cualquier curso.

En versiones futuras se considerará la opción de que los administradores decidan si los estudiantes pueden exportar cursos.

Además de los cursos, se pueden escoger dentro de cada uno de ellos, cuáles son las actividades que se desean exportar, lo cual se muestra en la Figura 3.

<sup>1</sup> Hasta el momento funciona correctamente en la versión 1.5.3+ de Moodle.

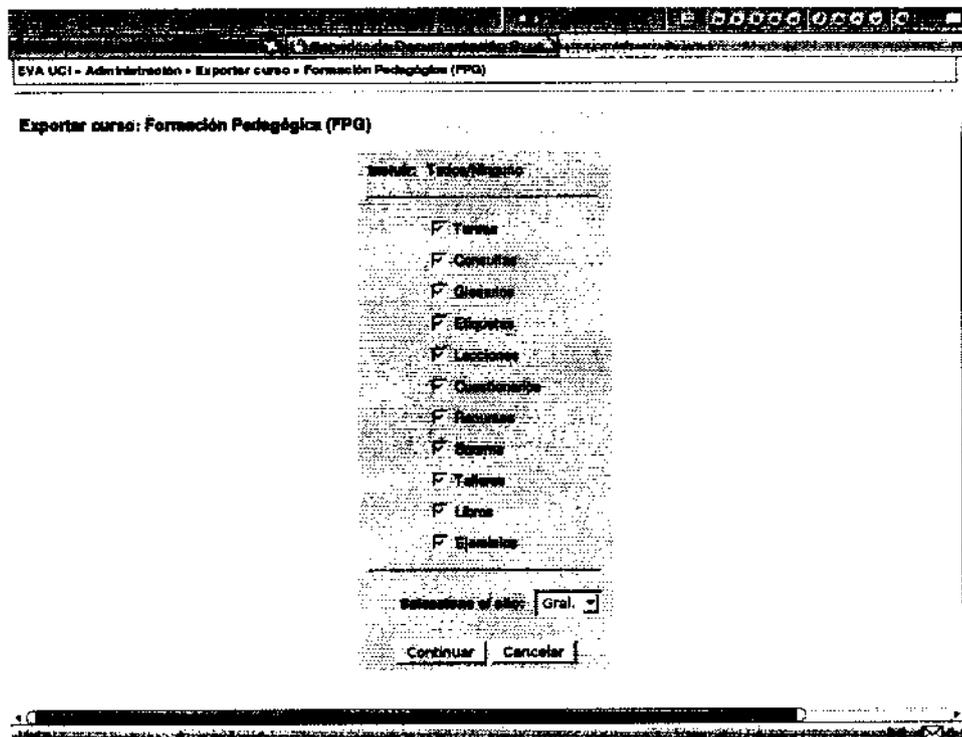


Figura 3. Actividades del curso a exportar.

Una vez terminado el proceso de exportación, se guardan en la carpeta de Archivos del curso<sup>2</sup>, en el caso de que quien exporta sea un profesor. Si el que exporta es un administrador, entonces el sitio será almacenado en la carpeta de Archivos de Moodle.

De esta forma, se podrá acceder a ellos para su uso posterior; que usualmente sería aun dispositivo de almacenamiento externo (CD, Pen drive, etc).

El proceso de exportación conserva la estructura visual del curso original. Se adicionan además mecanismos de navegación de modo que, en situaciones como las mostradas en la Figura 4, el usuario pueda moverse de un curso a otro o entre las páginas de un curso.

<sup>2</sup>

Recurso accesible desde el Panel de Administración de un curso

UCI Formación a Distancia

Home

Cursos disponibles

Generales

»» Investigación de Operaciones

La asignatura *Investigación de Operaciones* tiene un carácter eminentemente práctico, aunque se sustenta sobre una base teórica que permita, ante el planteamiento de un problema, que el estudiante sea capaz de identificar los datos necesarios, reconocer sus características, plantearlo, dar la solución por un método adecuado y analizar los resultados obtenidos; estos problemas deben estar referidos a situaciones prácticas, preferiblemente vinculadas a la carrera.

»» Gestión de Software

Curso para abordar los temas de Gestión y Control de la Calidad del proceso de desarrollo del Software.

»» Formación Pedagógica

Este curso se desarrollará como asignatura del Plan de estudios para los estudiantes de 5to año, por la modalidad semi-presencial desde la Plataforma Moodle en el primer semestre, con 32 horas en total que incluye el autoaprendizaje mediante los materiales y actividades que comprende el curso y 5 encuentros presenciales definidos en el mismo.

Además, como asignatura en adelante se ofrecerá a 4to año, en el segundo semestre, con iguales características.

Cuarto Año

»» Comercio Electrónico

Escriba aquí la descripción del curso

Figura 4: Pantalla de un sitio generado con C2Site que contiene varios cursos.

En próximas versiones, se agregará la posibilidad de exportar cursos completos o porciones de estos en forma de paquetes SCORM, de modo que puedan ser incluidos en un repositorio [Leyva, 2006] o importados en alguna plataforma que sea capaz de aceptarlos, lo cual pudiera ser incluso el caso de otra instalación del propio Moodle.

## Conclusiones

El módulo C2Site permite, de una manera cómoda y rápida, disponer en dispositivos de almacenamiento externo de contenidos de cursos montados en la plataforma Moodle. Cursos completos o partes de estos pueden ser portados y accedidos sin necesidad de tener instalada la plataforma, y depender de una conexión de red.

No es necesaria, además, la instalación de servidores locales.

## **Bibliografía**

[Castro, 2004] Castro López-Tarruella, Enrique. Moodle: Manual del profesor. ULPGC. España, 2004.

[Moodle, 2006] Sitio Oficial de Moodle. <http://www.moodle.org>

[Leyva, 2006] Leyva Leyva, David; Tamayo Avila, Daymy; Cid Almaguer, Adrián; Coss Piña, Juenlis; Surós Vicente, Annia y Pernía Rodríguez, Reinier. Herramientas para la creación y gestión de Objetos de Aprendizaje Reutilizables. UCIENCIA 2006. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, 2006

[Sardiñas, 2006 ] Sardiñas Suárez, Yolanda. C2Site. Manual de Usuario. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, 2006