

Learning Objects in the <e-Aula> System

Fernández-Manjón, B., López Moratalla, J., Martínez Ortiz, I., Moreno Ger, P.

Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain
balta@sip.ucm.es, eaula@fdi.ucm.es
<http://eaula.sip.ucm.es>

Abstract. This paper presents the experience obtained from the application of the Learning Objects Model in the <e-Aula> system. It describes a practical view of the application of markup technologies for both course structuring and the creation of adaptative content.

Los objetos educativos en el sistema <e-Aula>

Fernández-Manjón, B.¹, López Moratalla, J.¹, Martínez Ortiz, I.¹, Moreno Ger, P.¹

¹Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España,
balta@sip.ucm.es, eaula@fdi.ucm.es
<http://eaula.sip.ucm.es>

Abstract. En este trabajo se presenta la experiencia de aplicación e implementación del modelo de objetos educativos en el sistema <e-Aula>. Se describe una visión práctica de la aplicación de las tecnologías de marcado tanto en la estructuración de los cursos como en el desarrollo de contenidos que pueden ser adaptados al usuario.

1 Introducción

La enseñanza virtual (*e-learning*) es un campo muy activo en el que existen iniciativas muy diversas y muchas plataformas tanto comerciales como de investigación. A pesar de esta diversidad todos los sistemas comparten un objetivo común que es aprovechar las características del nuevo medio que es Internet para lograr una educación de calidad que responda a las necesidades de los alumnos.

No obstante, en estas nuevas iniciativas se repiten antiguos problemas bien identificados en la informática educativa como son el alto coste de desarrollo de los cursos y la dificultad de su reutilización, adaptación y actualización. Es habitual observar como contenidos educativos excelentes, desarrollados por equipos multidisciplinares con enorme coste, se han perdido cuando se ha cambiado de plataforma o se ha producido un cambio tecnológico (e.g. en la evolución desde el video disco interactivo al CD-ROM y, posteriormente, a Internet).

Para paliar estos problemas, los desarrolladores de sistemas y los productores de contenidos educativos tratan de sistematizar la producción de materiales educativos de calidad que puedan ser reutilizados o intercambiados con otros sistemas (contenidos interoperables) y que puedan ser fácilmente actualizados y mantenidos a lo largo del tiempo.

De estas necesidades básicas surge un nuevo modelo para el diseño de los cursos denominado Modelo de Objetos Educativos (MOE, *Learning Object Model*). El modelo consiste, básicamente, en diseñar los cursos como agregados de objetos educativos (OE), que idealmente son independientes, reutilizables y combinables a la manera de las piezas de un puzzle o un mecano. Para poder hacer realidad el MOE es necesario la existencia de recomendaciones y estándares ampliamente aceptados que posibiliten la reutilización de los OE y su interoperabilidad entre diferentes sistemas.

Sin embargo, la mera existencia de estándares no es suficiente para asegurar la aplicación práctica de dichos conceptos. Hace falta disponer de ejemplos y aplicacio-

nes reales que permitan aprender buenas prácticas y obtener una experiencia transferible y escalable en el uso del MOE. Por ello, el proyecto <e-Aula> está concebido como un entorno para evaluar distintas propuestas de estandarización en el campo del e-learning y los beneficios del uso del MOE. En <e-Aula> se hace un uso extensivo de las tecnologías de marcado (e.g. XML) para el desarrollo de cursos y además se estudian las técnicas de personalización y adaptación de los contenidos al usuario.

2 Visión práctica del modelo de objetos educativos

Recientemente, el esfuerzo del proyecto <e-Aula> de investigación en *e-learning* se ha centrado en el desarrollo de un sistema para la evaluación de cómo las tecnologías de marcado y los estándares propuestos por IMS facilitan en la práctica la aplicación del modelo de objetos educativos.

2.1 Tecnologías de marcado: Reutilización y adaptabilidad

El MOE plantea desde un punto de vista teórico que los OE para ser reutilizables sin problemas de efectos secundarios deberían ser “neutrales” respecto a la pedagogía, contexto y medio; de tamaño pequeño y encapsulados [2]. Dadas las posibles diferencias entre las necesidades didácticas en los distintos contextos de reutilización, nosotros consideramos que el contenido de dichos objetos debería ser adaptable.

Para conseguir esta adaptabilidad es necesario almacenar el contenido didáctico de los objetos educativos en un formato suficientemente rico como para permitir una sencilla clasificación y adaptación de dichos objetos educativos. Desde el proyecto <e-Aula> creemos que las tecnologías de marcado poseen inherentemente estas características y es por ello que el desarrollo actual trata de comprobar como dichas tecnologías facilitan la aplicación del MOE solventando el requisito de la adaptabilidad.

2.2 Estandarización: Interoperabilidad y el estándar IMS Content Packaging

IMS es un consorcio internacional que ha propuesto un conjunto de especificaciones sobre distintos aspectos que intervienen en el modelado del aprendizaje en e-learning. El núcleo central es la especificación *IMS Content Packaging* [4] en la cual se describe el modo en el se debe *empaquetar* el contenido educativo para que pueda ser procesado por otro sistema e-learning (LMS, Learning Management System). Esta especificación es lo suficientemente flexible para que pueda ser adaptada a las necesidades particulares de un dominio concreto al que esté orientado un curso o a las necesidades del LMS en particular. ADL-SCORM es un ejemplo de uso y adaptación concreta del IMS Content Packaging.

Al distribuir una serie de contenidos empaquetados según el Content Packaging de IMS, existe un documento fundamental que es el Manifiesto. Dicho documento es un fichero XML en el que se describe la estructura de los contenidos incluidos en el paquete. Dicha descripción se realiza a dos niveles diferentes.

Por un lado, se describe cada uno de los *Recursos* del paquete. En una primera aproximación se puede hacer una relación casi directa entre un Recurso y un fichero con contenidos visualizables (i.e un OE) como pueden ser ficheros HTML, animaciones en Flash, etc. En realidad, en cada Recurso se puede incluir información sobre los ficheros que componen dicho Recurso, el tipo de los mismos (que puede ser uno de los tipos ya definidos por el estándar o una extensión de los propuestos) y, opcionalmente, *metadatos* con información adicional sobre dicho Recurso.

Por otro lado, en el Manifiesto se describe como están organizados dichos Recursos, es decir, como se estructura el contenido del paquete. Esto se implementa mediante las *Organizaciones*. Una organización es una vista (o recorrido) de una posible ordenación jerárquica (actualmente en forma de árbol) de los Recursos de un paquete. El estándar permite que un Manifiesto contenga distintas organizaciones sobre los Recursos del paquete, dando así lugar a distintas vistas o “cursos” a partir de los mismos contenidos. El elemento básico de estructuración que se usa al definir las organizaciones son los *Ítems*. A cada Ítem se le puede asociar un Recurso, de modo que el árbol de Ítems es, efectivamente, una estructuración de los Recursos del paquete.

En resumen, el Manifiesto es un fichero XML que describe, clasifica y organiza los contenidos de un paquete, añadiendo información adicional en forma de metadatos que pueden ser procesados y aprovechados en tareas de catalogación de contenidos [6].

3 Herramientas concretas de gestión de objetos educativos

La aplicabilidad práctica del MOE, así como sus ventajas y desventajas en la optimización de los procesos de gestión de contenidos e interoperabilidad, se reflejan fundamentalmente en dos apartados muy concretos del LMS desarrollado: Los sistemas de importación de contenido y de autoría de cursos.

3.1 El sistema de importación

Aunque los estándares de IMS facilitan interoperabilidad de los OE el problema es que existen variadas interpretaciones del estándar y por tanto distintas implementaciones que añaden peculiaridades dependientes del dominio. La excesiva complejidad, genericidad y amplitud de las especificaciones IMS han hecho que se planteen particularizaciones para simplificar su empleo en dominios o aplicaciones concretas. Es lo que se ha denominado perfiles de aplicación (AP, *Application Profiles*). La realidad actual es que existen interpretaciones distintas sobre el formato de los OE.

Una consecuencia de la existencia de este abanico de diferentes implementaciones es que, generalmente, el contenido de un OE proveniente de un determinado sistema no pueda importarse en muchos casos de manera automática y trivial, aunque todavía se pueda realizar todo el proceso de modo manual.

En <e-Aula> este proceso lo realiza un subsistema independiente de Importación.

El objetivo de este sistema se resume en 4 puntos:

- ❑ Validar automáticamente el contenido educativo entrante para comprobar que cumple, al menos, el estándar IMS (usando el Schema de IMS).
- ❑ Intentar adaptar el contenido educativo no-estándar: Este proceso se realiza generalmente mediante una interacción con el usuario y estará limitado a los tipos no-estándar soportados por el sistema.
- ❑ Adaptar el curso a las peculiaridades del AP: Las necesidades particulares de cada LMS (y <e-Aula> no es una excepción) requieren que el contenido importado sea adaptado a las necesidades de su AP.
- ❑ Instalación física del paquete de contenido en el sistema.

Para afrontar de forma sistemática este problema hemos realizado el proceso de importación mediante un sistema de agenda. Se introducen en la agenda determinadas tareas para su ejecución secuencial y la ejecución de cada tarea puede dar lugar a la creación de nuevas tareas. Esta aproximación es muy flexible puesto que algunas de las tareas pueden consistir en una interacción con el usuario para pedir información sobre el proceso a seguir. Dicha interacción facilita el proceso de importación, por ejemplo, para intentar aprovechar por lo menos parcialmente el contenido no estándar. Además, este tipo de implementación permite ampliar fácilmente el abanico de contenido soportado mediante la implementación de nuevos tipos de tareas procesables por la agenda.

3.2 Sistema de autoría de cursos

Como uno de los objetivos del sistema <e-Aula>, se ha desarrollado un sistema de autoría web que facilita al tutor la tarea de la creación y modificación de un curso según IMS pero sin necesidad de conocerlo en detalle. Dicho sistema de autoría consta de dos partes diferenciadas.

Por un lado está la definición de la estructura interna del curso, que está directamente relacionada con la modificación del manifiesto IMS. Por otra parte está la autoría de los propios objetos educativos, lo que implica la creación y modificación de documentos que pueden estar en diferentes formatos, dada la libertad que permite la especificación de IMS.

La edición de la estructura del curso consiste, básicamente, en la selección, ordenación y adaptación de OEs mediante los conceptos de organización y recurso.

Por otro lado, una vez definida la estructura del curso, quedaría la tarea de desarrollar un sistema de autoría para los distintos objetos educativos. En este contexto, dicha tarea es equivalente a desarrollar editores para cada uno de los tipos permitidos por el estándar. Pero, en realidad, el estándar IMS Content Packaging permite una gran libertad a la hora de definir el tipo de los contenidos, llegando incluso al extremo de ofrecer una serie de mecanismos para añadir nuevos tipos de formato al estándar (los ya mencionados perfiles de aplicación). Ante esta situación, en la implementación actual del sistema se ha seguido el criterio de desarrollar editores sólo para una serie de tipos de OEs propuestos por <e-Aula> (que describiremos a continuación) y, dada su actual relevancia dentro del campo, para los tipos de preguntas más habituales propuestas en el estándar para creación e intercambio de tests de evaluación IMS QTI [6].

4 El perfil de aplicación del sistema <e-Aula>

A lo largo del desarrollo del proyecto <e-Aula> se han identificado una serie de ideas sobre el tratamiento y definición de los OEs dando lugar a la creación de un perfil de aplicación (AP) propio donde se definen una serie de tipos de contenido (o tipos de OEs).

4.1 El uso de XML para la definición de objetos educativos

Como ya hemos mencionado en el proyecto <e-Aula> creemos que una vía para lograr el objetivo de la adaptabilidad (y por tanto de la reutilización) es el uso del meta-lenguaje de marcado XML no solo para dar soporte a los estándares que soporta el sistema, sino también para marcar el contenido real de los cursos del LMS.

Las características inherentes de los lenguajes de marcado nos permiten separar el contenido en sí de los mecanismos mediante los que es procesado (e.g. presentado), de manera que se elimina, por ejemplo, la necesidad de tener que rescribir el contenido para distintos dispositivos. Esta característica elimina un primer obstáculo en el objetivo de la reutilización y la adaptabilidad.

Otra ventaja, desde el punto de vista del desarrollador de contenido, es que sólo tiene que preocuparse en generar el contenido en sí mismo, no en como se visualizará finalmente. Además, estas tecnologías permiten el uso de herramientas automáticas de validación con lo que el desarrollador sabrá perfectamente si el formato del contenido que ha generado es válido antes de publicarlo en los sistemas que soporten dicho formato. Estas técnicas pueden parecer como muy novedosas y aparentemente poco probadas pero han demostrado su eficacia en el dominio editorial (con el SGML el precursor del XML) desde hace más de 20 años.

Por otro lado, aunque los documentos escritos en XML son legibles, no son necesariamente fáciles de leer para un profano ni ofrecen facilidades de presentación. Esto puede subsanarse mediante el empleo de transformaciones definidas mediante el lenguaje XSL [10]. Esto nos permite, por ejemplo, transformar los contenidos de documentos XML en documentos HTML fácilmente visualizables en un navegador.

Además, el empleo de dichas transformaciones también podría permitir adaptar los documentos XML más allá de los arreglos estéticos de presentación. En realidad, el uso de estas transformaciones abre una nueva puerta en el camino de la adaptabilidad, permitiendo modificar de manera automatizada el propio contenido. Una de estas modificaciones automáticas podría ser descartar de un documento aquellos contenidos cuyo nivel de complejidad sea excesivo para el contexto en que se emplea. (por ejemplo, eliminar los contenidos acerca de la teoría de la relatividad en un curso de física de secundaria).

Finalmente cabe señalar que a primera vista podría parecer que al codificar el contenido de los objetos educativos con XML perdemos interoperabilidad con otros LMS que no acepten el contenido en dicho formato. Sin embargo podemos remediarlo incluyendo dentro del contenido a exportar el documento XSL que realiza la transformación pertinente ya que actualmente existen navegadores que soportan transformaciones XSL directamente. Otra opción es simplemente realizar la transformación antes de empaquetar el contenido para su exportación. Aunque aún no

antes de empaquetar el contenido para su exportación. Aunque aún no esté madura, la primera opción es más deseable puesto que una vez transformado el contenido se pierde la flexibilidad de la que nos dotan las tecnologías de marcado.

Tras ponderar los mencionados factores, aprovechamos el hecho de que la especificación IMS Content Packaging no propone un formato específico para el contenido de los recursos para promover la generación de los distintos objetos educativos mediante el uso de un lenguaje propio también marcado mediante XML, las “páginas <e-Aula>”.

4.2 El tipo “Página <e-Aula>”

Una vez tomada la decisión de representar el contenido de los OEs en XML, el siguiente paso es decidir como será ese proceso de creación. Para ello, en <e-Aula> se propone un formato para representar la información de modo que nos permita la creación de objetos educativos de calidad y riqueza suficientes.

Tanto desde el punto de vista educativo como desde el de la reutilización, uno de los objetivos de nuestro proyecto es conseguir que los objetos educativos puedan adaptar su nivel a las características de los alumnos (o del contexto en que se presentan los cursos). En el lenguaje con el que se definen las páginas <e-Aula> se permite al desarrollador de contenido marcar la dificultad bloque a bloque (ver figura 1 y figura 2).

Otra característica interesante es dar soporte a objetos incrustado dentro de los documentos que serían mostrados al transformar los contenidos en páginas (X)HTML. Si se siguiera la sintaxis de HTML para objetos incrustados, el proceso podría resultar tedioso para el desarrollador. En el lenguaje de las páginas <e-Aula> se ofrece una sintaxis simplificada para la inclusión de imágenes, objetos flash y applets. En el siguiente ejemplo se muestra como se puede marcar el nivel educativo de un bloque y como se pueden incrustar objetos:

Este formato, aunque legible, no es confortable para el estudiante. Como ya se ha mencionado, podemos hacer uso de transformaciones XSL para mejorar la presentación del contenido en el momento en que el usuario solicita ver el contenido.

Dado que nuestro sistema no está orientado a un público específico, el alumno puede seleccionar desde la interfaz Web el nivel educativo que mejor se adapta a sus necesidades en ese momento. Por otro lado, gracias a que el contenido está marcado de este modo, se podría optar por realizar el filtrado del contenido a priori. Esto permitiría a un LMS fijar de antemano el nivel de detalle con el que se muestran los objetos educativos.

4.3 Tipos que definen información adicional

Aparte del tipo “página <e-Aula>” también proponemos una serie de tipos secundarios que contienen información adicional sobre el propio curso.

Durante las primeras etapas del proyecto <e-Aula> se decidió incluir una serie de elementos con información acerca del curso por motivos exclusivamente pedagógi-

cos. Es decir, se consideró que su presencia sería útil para los alumnos que siguiesen el curso.

```
<bloque nivel="bajo">
  <titulo>Los Elementos estructurales.</titulo>
  <contenido>
    <texto>Son principalmente...</texto>
    <bloque nivel="medio">
      <contenido>
        <texto>Hay siete tipos de elementos estructurales:</texto>
      </contenido>
    </bloque>
  </contenido>
</bloque>
<bloque nivel="medio">
  <titulo>Las Clases</titulo>
  <contenido>
    <texto>Una clase es una descripción de un ... </texto>
    <foto id="id1.1.1" ref="Tema1/fig1.1.1.gif"/>
  </contenido>
</bloque>
...
```

Fig. 1. Contenido didáctico marcado en XML. Para cada bloque se indica el nivel educativo de su contenido (Bajo, Medio...). También puede observar al final el código necesario para la inclusión de una imagen (las marcas se presentan en negrita).

Dicha apuesta resultó ser interesante para los alumnos que utilizaban el sistema, por lo que se han representado estos tipos mediante un formato en XML propio. Al igual que con el tipo “página <e-Aula>”, para estos tipos secundarios se definen también transformaciones XSL que adaptan su contenido para ser mostrado en un navegador. Estos tipos son los siguientes:

Portada. En la portada de un curso se incluye la siguiente información:

- Autores del curso, que también pueden ser los tutores asociados al curso.
- Descripción del curso de manera que el alumno pueda obtener una visión general del mismo.
- Bibliografía.
- Recursos Web de temas relacionados.

Esta portada no tiene porqué ser estática, es decir, la información que contiene puede ir variando a lo largo del desarrollo o el cambio del propio curso, incluyendo la información que se crea oportuna o novedosa para el mismo.

La portada fue ideada inicialmente con dos objetivos. En primer lugar debe servir como punto para incluir información relevante e interesante para el curso, como puedan ser noticias relevantes sobre el curso, el programa del curso, etc. Y en segundo lugar, debe servir como descripción del curso para los alumnos no matriculados pero que desean obtener una información a cerca del contenido del curso previamente a la matriculación. Como puede observarse, esta información es similar a la información de las “fichas” de las asignaturas ofertadas en una carrera universitaria.

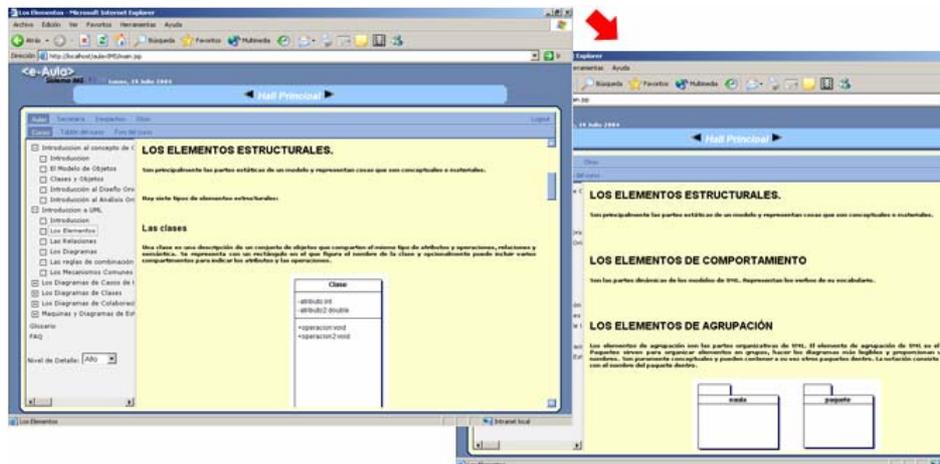


Fig. 2 Visualización adaptable del contenido didáctico en el entorno <e-Aula>. En la captura de la izquierda se observa el curso mostrando todo el contenido del objeto educativo, mientras que en la de la derecha el mismo contenido ha sido adaptado suprimiendo los bloques marcados como de nivel *medio*.

Glosario. Como su propio nombre indica, el glosario de un curso almacena un glosario sobre términos que existen en el curso y que los autores del mismo han considerado necesario clarificar o simplemente para evitar tener que repetir la descripción del mismo término una y otra vez. Desde el punto de vista del alumno sirve para evitar tener que releer lecciones anteriores en las que se ha descrito un término en caso de no recordar su significado.

Faq (preguntas frecuentes). Este contenido tiene como objetivo clarificar las dudas que han tenido los alumnos a cerca de conceptos presentados dentro del curso y que han podido ser consultadas con los tutores asociados al mismo a través de alguno de los canales de comunicación que existen dentro del sistema, o por correo electrónico.

4.4 La definición del perfil de aplicación <e-Aula>

En los prototipos anteriores del sistema <e-Aula> la información de los tipos secundarios se consideraba como información interna, de manera que si se quería exportar el curso para que éste pudiera ser usado en otros LMS, era descartada. En cambio, en el sistema actual, hemos considerado que esta información asociada al curso es útil no sólo dentro de nuestro sistema sino que también es relevante en cualquier otro LMS que reutilice alguno de los cursos que han sido creados dentro de nuestro sistema, por lo que se les da la misma consideración de objetos educativos que al propio contenido.

Por tanto, se ha propuesto la definición de cuatro tipos de OEs, que corresponden con los mencionados anteriormente. Para conseguir que estos OEs puedan ser tratados por otros sistemas ajenos a <e-Aula>, es necesario canalizar estas propuestas

mediante los mecanismos de extensibilidad descritos en [4]. De manera similar a como ADL-SCORM define su extensión al IMS ContentPackaging en la definición del Content Agregation Model (CAM) (véase [1]), en nuestro sistema definimos esta extensión mediante el uso de las siguientes herramientas:

1. Definimos una XSD para formalizar la información que añadimos dentro del manifiesto.
2. Descripción textual de los requisitos que no son expresables mediante la XSD.

En la figura 3 se presenta el contenido (simplificado) de esta XSD y el espacio de nombres que define (para más información acerca de XMLSchema y los espacios de nombres véanse [8] y [9]).

```
<xs:schema
  targetNamespace="http://eaula.sip.ucm.es/eaulacpv1"
  xmlns="http://eaula.sip.ucm.es/eaulacpv1"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified"
  version="1.0">
  <xs:attribute name="eaulatype">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="pagina"/>
        <xs:enumeration value="faq"/>
        <xs:enumeration value="glosario"/>
        <xs:enumeration value="portada"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:attribute>
</xs:schema>
```

Fig. 3. XSD que define un atributo nuevo “eaulatype” aplicable a las definiciones de Recursos que hagan referencias a un OE <e-Aula> dentro de un manifiesto.

5 Conclusiones y objetivos futuros

Hemos mostrado las numerosas posibilidades que ofrece el MOE y como sus ideas teóricas se pueden llevar a la práctica. Tras comprobar que el modelo es viable en la práctica, hemos descrito como el metalenguaje de marcado XML nos permite definir nuestros propios lenguajes para representar la información de los objetos educativos y como podemos utilizar herramientas de tratamiento general de XML para procesarlos, adaptarlos y presentarlos en un navegador.

Creemos que la apuesta por XML es valiosa en vista de cómo en diversos dominios relacionados con la gestión de información surgen iniciativas en esta misma línea. Iniciativas como DocBook del consorcio OASIS¹ en la que se promueve el uso del XML para escribir libros. Podemos aprovechar este contenido en formato Doc-

¹ Organization for the Advancement of Structured Information Standards. Página oficial: <http://www.oasis-open.org>.

Book y convertirlo automáticamente en formato “pagina eaula” mediante transformaciones XSL. De manera que podemos simplificar, por lo menos parcialmente, la reutilización de contenidos de alta calidad preexistentes.

Además las tecnologías de marcado no son utilizadas únicamente en la generación de contenido sino que en nuevas líneas de investigación para en el ámbito de la integración del e-learning dentro de la educación clásica (véase [3]) en las que se promueve el uso de agentes software que simplifican las tareas mediante la automatización de las mismas. Esta línea de investigación se basa en el uso las iniciativas como Web Ontology Language (OWL)² y Resource Description Framework (RDF)³ entre otras, todas ellas ligadas al uso de tecnologías de marcado.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (TIC-2001-1462) y por la empresa PROFit S.A.

Referencias

1. ADL-SCORM (2004). Content Aggregation Model (CAM) Version 1.3 Disponible on-line: <http://www.adlnet.org/>
2. Koper, E.J.R.: Combining re-usable learning resources and services to pedagogical purposeful units of learning. In A. Littlejohn (Ed.), Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to eLearning (2003) 46-59. London: Kogan Page.
3. Koper, R. (2004). Use of the Semantic Web to Solve Some Basic Problems in Education: Increase Flexible, Distributed Lifelong Learning, Decrease Teacher's Workload. Journal of Interactive Media in Education, 2004 (6). Special Issue on the Educational Semantic Web. ISSN:1365-893X. Disponible on-line: <http://hdl.handle.net/1820/34>
4. IMS CP(2003). Content Packaging Information Model. Version 1.1.3 Final Specification. Disponible on-line: <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.cfm>.
5. IMS CP Binding (2003). Content Packaging XML Binding. Version 1.1.3 Final Specification. Disponible on-line: <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.cfm>.
6. IMS QTI (2003): Question and Test Interoperability. Version 1.2.1 Final Specification. Disponible online: <http://www.imsglobal.org/question/index.cfm>
7. Sancho, P., Manero, B., Fernández-Manjón, B. (2004, in press). Learning objects definition and use in <e-Aula>: Towards a Personalized Learning Experience. EduTech'2004. IFIP World Conference.
8. XML Namespace Recommendation of W3C. Disponible on-line: <http://www.w3.org/TR/1999/REC-xml-names-19990114>
9. XML Schema specification of the W3C. Disponible on-line: <http://www.w3.org/TR/2001/REC-xmlschema-020010502>
10. XSL Transformations (XSLT) 1.0 specification of W3C. Disponible on-line: <http://www.w3.org/TR/xslt>

² <http://www.w3.org/2004/OWL/>

³ <http://www.w3.org/RDF/>