

A. Sampedro Nuño, R. Sariego Ferrero, Á. Martínez Nistal, R. A. Martínez González, B. Rodríguez Ruiz
Procesos implicados en el desarrollo de materiales didácticos reutilizables para el fomento de la cultura
científica y tecnológica

RED. Revista de Educación a Distancia, vol. IV, núm. III, abril, 2005, pp. 1-15,
Universidad de Murcia
España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54709610>

RED
Revista de Educación a Distancia

RED. Revista de Educación a Distancia,
ISSN (Versión electrónica): 1578-7680
mzapata@um.es
Universidad de Murcia
España

¿Cómo citar?

Fascículo completo

Más información del artículo

Página de la revista

www.redalyc.org

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Procesos implicados en el desarrollo de materiales didácticos reutilizables para el fomento de la cultura científica y tecnológica

Processes Involved in the Development of Reusable Multimedia Didactic Materials to Promote Scientific and Technological Culture

Sampedro Nuño, A., Sariego Ferrero, R., Martínez Nistal, Á., Martínez González, R. A., Rodríguez Ruiz, B.

Servicio de Proceso de Imágenes y Tecnologías Multimedia
Centro Científico-Tecnológico
Universidad de Oviedo
info@spi.uniovi.es

Resumen

Dentro de la iniciativa de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica, la Universidad de Oviedo ha promovido el desarrollo de Materiales Didácticos Multimedia (MDM) en el Área de las Ciencias. Esta acción la ha llevado a cabo un equipo multidisciplinar con un trabajo cooperativo que ha permitido elaborar los diseños de instrucción, diseños gráficos y desarrollo informático de estos materiales. La experiencia previa de nuestro equipo en el desarrollo de MDM nos ha llevado a buscar un modelo de diseño de contenidos que rentabilice el elevado coste de su elaboración y permita una mayor flexibilidad en su uso. Las tendencias actuales en *e-learning* proponen una solución idónea a esta necesidad en los conceptos de reutilización y repositorio de objetos de aprendizaje. Nuestro equipo ha incorporado estas tendencias en los materiales que elabora con el fin de ofrecer a la comunidad educativa la posibilidad de utilizarlos en distintos contextos.

Palabras clave: materiales didácticos, multimedia, ciencia, *e-learning*, objeto de aprendizaje, repositorio, sistema de gestión de aprendizaje.

Abstract

Oviedo University has encouraged the design of Multimedia Didactic Materials (MDM) to promote Scientific and Technological Culture in the field of Sciences. These MDM have been developed by a multidisciplinary team through a cooperative methodology which has allowed us working on the instructional, graphic and technological designs of the materials. Our team's previous experience in designing MDM lead us to look for new models of contents design which help us to adapt them to a more cost-effective perspective and flexibility of use. The current *e-learning* trends suggest a convenient solution to this need in the concepts of reusability and repositories of learning objects. Our team has incorporated these trends when designing MDM with the aim to facilitate their use in different educational contexts.

Keywords: educational materials, multimedia, science, e-learning, learning object, repository, learning management system.

1. Introducción

Es un hecho socialmente aceptado que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están desempeñando un papel fundamental en la promoción de oportunidades de información y formación a un amplio volumen de población, y que ofrecen a las personas interesadas oportunidades para hacer frente a los retos de actualización y aprendizaje permanente, tanto en el ámbito personal como profesional.

Asimismo, las TIC están facilitando diseñar nuevas estrategias y técnicas de aprendizaje que promueven la participación ciudadana en los debates y búsqueda de soluciones de los problemas sociales, tal como pretende la Comisión Europea y los gobiernos de los países que la forman (*Comission of European Communities*, 2003). Entre estos debates se encuentra el analizar y promover las relaciones que se establecen entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, con el objetivo de contribuir a la difusión y promoción de la cultura científica y tecnológica.

Es precisamente dentro de este marco donde se sitúa para este artículo nuestro análisis y reflexión sobre los objetos de aprendizaje (*Learning Objects*), que parte de una experiencia de innovación educativa que involucra a profesorado de Enseñanza Secundaria del área de Ciencias en la elaboración de Materiales Didácticos Multimedia (MDM) como recursos educativos para la innovación en el aula y la difusión de la cultura científica entre los jóvenes. Con estos materiales se pretende aplicar los principios de nuevos enfoques de aprendizaje que enfatizan la necesidad de elaborar el conocimiento a través de la propia reflexión y experimentación en la práctica y de su aplicación a problemas reales, evitando la simple memorización de información (enfoque constructivista) (Horton, 2000).

La popularización de la divulgación de contenidos educativos a través de Internet comienza al inicio de la década de los años 90. Poco después, en 1994, Wayne Hodgins marca un hito importante al introducir el término *objeto de aprendizaje*. La aparición de este concepto ha suscitado desde entonces una creciente expectación, aunque no libre de polémica debido a la falta de acuerdo en las definiciones básicas adoptadas por diferentes autores. Esta situación no hace más que evidenciar la necesidad de una convergencia de planteamientos y criterios que, actualmente, está siendo abordada por el denominado modelo SCORM (*Sharable Content Object Reference*) impulsado por diferentes organizaciones internacionales (ADL, 2004a). Esta solución se fundamenta en los siguientes requisitos funcionales, frecuentemente citados: interoperabilidad, accesibilidad, reusabilidad, adaptabilidad y durabilidad. Uno de los frutos más destacados de esta aproximación se encuentra en los repositorios de objetos de aprendizaje,

auténticos centros de intercambio de materiales didácticos, y que, previsiblemente, se convertirán en uno de los pilares del *e-learning* del futuro más inmediato.

Uno de los temas más candentes en la actualidad dentro del *e-learning* tiene que ver con la idea de reutilización de contenidos didácticos. Es, de hecho, uno de los principios que fundamentan el concepto de *objeto de aprendizaje* (Polsani, 2003) y su importancia es, por tanto, crucial. Es importante resaltar que la reutilización atañe principalmente al diseño de instrucción y no a los formatos digitales o a la estructura de los contenidos. Las características que determinan que un objeto de aprendizaje sea apto en una variedad de contextos educativos son esencialmente pedagógicas. Citando a Polsany (Polsany, 2003): “A Learning Object is an independent and self-standing unit of learning content that is predisposed to reuse in multiple instructional contexts”. Dada su importancia, algunos autores incluso sugieren una medida numérica con el fin de poder evaluar sistemáticamente el grado de reutilización de un objeto de aprendizaje dado (Sicilia y García, 2003).

Inmediatamente se comprende el ahorro que este planteamiento supone para las instituciones educativas y productoras de contenidos. Si los objetos de aprendizaje se construyen correctamente y además se almacenan y catalogan sabiamente, fácilmente podrán ser aprovechados más allá del alcance y contexto en el que habrían permanecido atrapados caso de seguir otros planteamientos tradicionales menos flexibles. Detrás de este pensamiento se esconde la filosofía que da lugar a los denominados repositorios de objetos de aprendizaje. Básicamente, se pueden entender como almacenes digitales en los que se recogen aportaciones individuales de los miembros de una comunidad para ser compartidos y evaluados entre todos ellos.

La elaboración de MDM no es una tarea sencilla, por cuanto implica, entre otras cosas, la participación de profesionales procedentes de diversas disciplinas y exige tener en cuenta varios principios de diseño tecnológico y pedagógico que garanticen su mejor aprovechamiento educativo. Por ello, resulta imprescindible fijar desde un principio una metodología que dirija el flujo de trabajo de todos los profesionales involucrados, e identificar las técnicas y tecnologías que mejor ayuden a cumplir los principios de diseño establecidos para ser utilizados con fines formativos.

En la primera parte de este trabajo, exponemos nuestra metodología de trabajo en el desarrollo de MDM, mientras que en la segunda, abordamos algunas cuestiones referidas a su reutilización.

2. Procesos implicados en el desarrollo de MDM

2.1. Profesionales implicados

El proceso de elaboración de estos materiales implica la participación de profesionales de diversas disciplinas que, trabajando de forma cooperativa, producen materiales educativos de calidad. Esta manera de trabajar permite compartir conocimientos, habilidades y actitudes entre todos los profesionales tanto de modo presencial como no presencial, a través de grupos de discusión, intercambios de información, etc. (Martínez *et al.*, 2004).

Las personas que forman nuestro equipo pertenecen a diferentes áreas profesionales: dirección y coordinación, pedagogía, diseño hipermedia, diseño gráfico, informática y expertos en cada materia científica tratada procedentes de los Grupos de Investigación de la Universidad de Oviedo (Fig. 1).

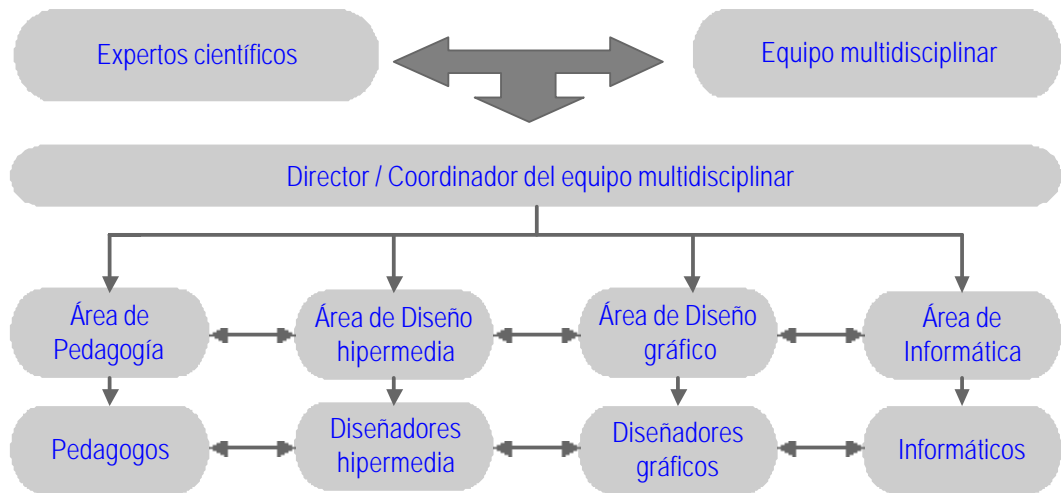


Fig. 1. Organización del equipo multidisciplinar en áreas de competencia y relación con los expertos científicos

Por otra parte, gracias a su incorporación en el equipo multidisciplinar, los expertos científicos pueden participar a lo largo de todo el proceso de elaboración de materiales, conocer mejor los procesos y las estrategias de producción y diseñar las metodologías de difusión e innovación didáctica más adecuadas para su utilización posterior en la enseñanza.

2.2. Flujo de trabajo

Nuestro flujo de trabajo se divide en cuatro etapas: diseño de instrucción, diseño hipermedia, diseño gráfico y programación informática (Martínez *et al.*, 2003). La comunicación entre los miembros implicados en cada una de ellas se realiza a través de diversos métodos de comunicación, tanto síncrona como asíncrona, entre los que destacan las plantillas de trabajo que explican las tareas a realizar en la siguiente etapa. Por otra parte, en todo momento se sigue un proceso de evaluación continua de los productos obtenidos al finalizar cada etapa con el objetivo de introducir sucesivas mejoras y detectar lo antes posible los posibles fallos e impedir así que se propaguen a las etapas sucesivas.

2.2.1. Diseño de instrucción

Un buen MDM ha de incorporar un diseño educativo que le permita ser adaptado a las necesidades formativas de las personas que lo van a utilizar. Este diseño no sólo permite elaborar adecuadamente el MDM desde un punto de vista tecnológico y pedagógico, sino que, además, facilita la posterior interacción del mismo con el usuario, fomentando así su motivación por aprender.

Los MDM que elaboran nuestro equipo para la difusión de la Cultura Científica y Tecnológica poseen una estructura que responde a un diseño de instrucción en el que se definen y concretan los distintos elementos que configuran la acción formativa (Fig. 2): objetivos de aprendizaje, contenidos, metodología, recursos, actividades, temporalización y procesos de evaluación (Orihuela y Santos, 1999; Smith y Ragan, 1999).

La elaboración del MDM comienza tras el análisis del contexto (o contextos) en que será utilizado y la identificación de las necesidades formativas de sus destinatarios. Los resultados de este análisis llevan a formular una serie de objetivos de aprendizaje que determinan la selección y estructuración de los contenidos. A partir de ello, se concretan la metodología de enseñanza-aprendizaje, las actividades a realizar y su temporalización. Un paso más consiste en identificar los *media* que, de acuerdo a los objetivos y contenidos seleccionados, facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, y, en integrarlos convenientemente en el MDM.

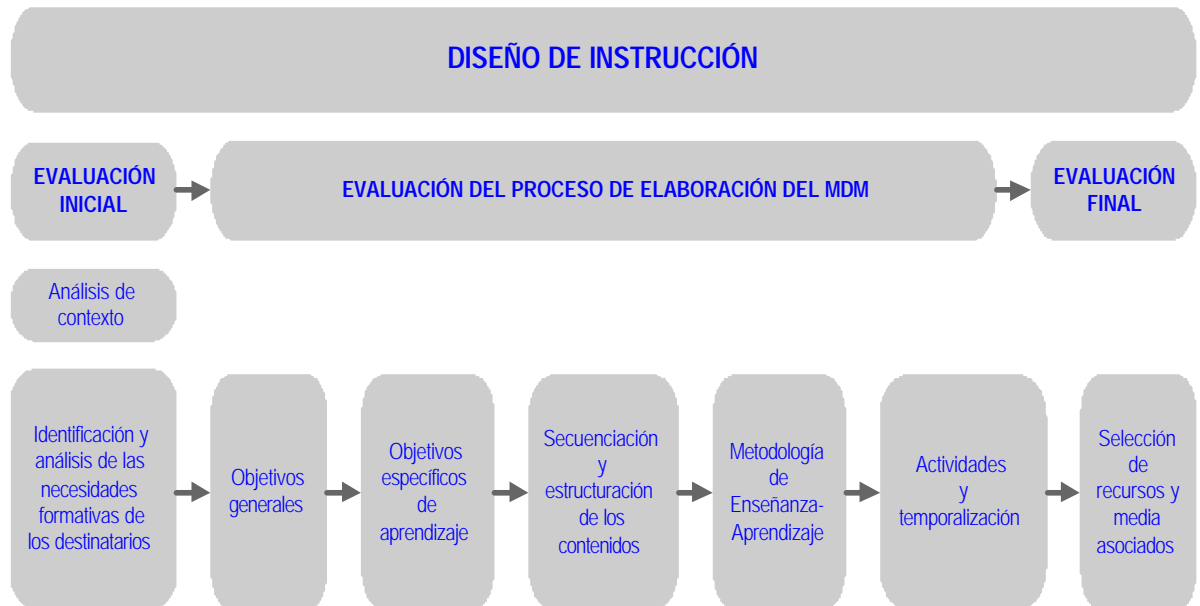


Fig. 2. Etapas en el diseño de instrucción

2.2.2. Diseño hipermedia

A grandes rasgos, la misión del equipo hipermedia consiste en construir la estructura lógica del MDM, y organizar en torno a ella los materiales aportados por los expertos científicos al esquema proporcionado por el diseño de instrucción. Dentro del flujo de trabajo, los expertos en hipermedia ocupan una posición especialmente relevante, por cuanto actúan a modo de enlace entre los expertos científicos y la parte productiva del equipo de desarrollo (diseñadores gráficos e informáticos); razón por la cual asumen en ocasiones determinadas tareas de coordinación y prestan más atención a la evaluación continua que los miembros de otras etapas.

Las tareas centrales que corresponden a esta etapa son:

1. diseño del funcionamiento y navegación del interfaz, siguiendo los principios metodológicos de los MDM,
2. actuación como interlocutores con los expertos científicos, y,
3. reelaboración y ensamblado de los materiales aportados originalmente por los expertos científicos. Esto incluye la recopilación de los *media* disponibles, la selección de los más apropiados y su organización, la redacción adecuada de los textos explicativos, el abocetamiento de las ilustraciones y animaciones, etc.

En torno a esta etapa, se emplean plantillas de trabajo (Fig. 3) que recogen los textos explicativos, las figuras y bocetos de las ilustraciones ya organizados.

2.2.3. Diseño gráfico

Siguiendo las indicaciones de las plantillas de trabajo suministradas por el área de diseño hipermedia, el área de diseño gráfico se ocupa de dar la forma visual definitiva tanto al interfaz como a los contenidos, teniendo en cuenta consideraciones estéticas y ergonómicas. Esto incluye la selección de tipografías y colores, el tratamiento gráfico de los *media*, la ejecución de las ilustraciones, la optimización, etc.

Otra responsabilidad del diseñador gráfico es la creación de un *story board* (Fig. 3) mediante el cuál guiará al programador informático en la programación de las animaciones y *media* interactivos más complejos.

Subetapas: FASE 2

Imágenes: BOCETO FASE 2

Explicación textual: FUNDAMENTO: Es la ley de Bragg en qué direcciones un cristal difractará rayos X según la profundidad en la que se encuentran en el orbital los nodos de la red cristalina.

Explicación gráfica: El tipo de rayos que se usan para la exploración y la división de los planos de red del cristal y salen rebotados. Se va tomando la línea de la detección del patrón de difracción. Una vez que tenemos el patrón de difracción se hace un análisis cuantitativo (por medio del recuento donde pone ANÁLISIS CUANTITATIVO) y se guarda después para ser la estructura cristalina.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

ESTRUCTURA CRISTALINA

DIFRACCIÓN DE RAYOS X

¿QUÉ ES? FUNDAMENTO

W.H.Bragg y W.L.Bragg explicaron que los haces difractados por un cristal, son debidos a que las ondas incidentes se reflejan especularmente en los planos paralelos de los átomos del cristal.

¿CÓMO FUNCIONA? ¿PARA QUÉ?

¿QUÉ ES? **¿CÓMO FUNCIONA?** **¿PARA QUÉ?**

Partimos de los puntos de la red cristalina de la imagen anterior. Dos rayos incidentes salen de la izquierda de la pantalla, llega hasta los dos puntos centrales de las dos primeras líneas de la red cristalina y salen rebotados, llegando a la flecha llamada DETECTOR. Los rayos están en movimiento mientras llegan al patrón de difracción, parpadea la flecha referente al ANÁLISIS CUANTITATIVO. Al cabo de unos segundos de parpadeo aparece la estructura cristalina.

Fig. 3. Plantilla de trabajo (izquierda) y story board (derecha). En la primera, los diseñadores hipermedia recogen los textos y elementos gráficos que el diseñador gráfico debe trabajar en cada fase del clip. En el segundo, son los diseñadores gráficos quienes explican el guión de la animación e interacción de los contenidos ya trabajados gráficamente a través del texto en la parte inferior

2.2.4. Programación informática

El área de desarrollo informático ocupa el último eslabón en el flujo de trabajo de la producción de los MDM. El resultado de su trabajo es el producto informático que finalmente se distribuirá entre los usuarios, una vez superados todos los procesos de validación. Los MDM confeccionados para la difusión de la Cultura Científica y Tecnológica consisten en una colección de películas o clips multimedia desarrollados íntegramente con Flash y su lenguaje de programación ActionScript. Por último, adelantando el tema del próximo apartado, también es cometido del área de programación informática asegurar la conformidad de los MDM a los estándares de distribución de contenidos digitales educativos.

3. Reutilización

Los MDM desarrollados en el pasado por nuestro equipo han sido concebidos de un modo tradicional, es decir, como cursos completos e indivisibles, listos para ser distribuidos entre un grupo más o menos amplio de usuarios. Mientras que en determinadas ocasiones se han publicado como un CD-ROM dedicado en exclusiva a complementar clases impartidas presencialmente a un grupo limitado de alumnos, en otras, los MDM han pasado a formar parte del catálogo de contenidos de la plataforma de *e-learning* de acceso público y de alcance internacional desarrollada también por nuestro propio equipo (Sampedro *et al.*, 2000).

En todos los casos hemos tenido la oportunidad de comprobar de primera mano que el coste y esfuerzo necesarios para desarrollar estos MDM cada vez desde el principio es elevado y que sería muy provechoso disponer de ciertas unidades de contenido diseñadas de forma adecuada para poder incorporarlas fácilmente en diferentes MDM. Precisamente, una de las demandas habituales de algunos profesionales de la educación que emplean nuestros MDM para apoyar su docencia tienen que ver con esta reutilización de contenidos. A menudo expresan su deseo de disponer de piezas individuales de los MDM (animaciones o ilustraciones) para poder incorporarlas libremente a los materiales didácticos que ellos mismos confeccionan y ahorrarse así el esfuerzo de elaborarlas nuevamente.

Así, por ejemplo, en el entorno educativo en el que se circunscribe nuestro equipo de desarrollo, han surgido ocasiones en las que el mismo objeto de aprendizaje ha sido empleado en diferentes contextos: objetos que tratan la microscopía confocal han servido tanto para el apoyo a cursos de doctorado sobre técnicas de imagen en biología como para cursos de formación impartidos por un fabricante de instrumental óptico.

En el caso particular de los MDM que desarrollamos actualmente para la difusión de la Cultura Científica y Tecnológica, se han contemplado inicialmente dos escenarios de uso: dentro de una distribución completamente autónoma a través de Internet, y en forma de objetos de aprendizaje. Éste último inicia una línea de trabajo que establece como objetivo a medio plazo la implantación de un repositorio de objetos de aprendizaje para el disfrute de nuestra comunidad educativa. Es importante recalcar que ambos escenarios comparten los mismos objetos de aprendizaje, o lo que es lo mismo, los reutilizan.

DIFRACCIÓN DE RAYOS X

¿QUÉ ES? FUNDAMENTO

W.H.Bragg y W.L.Bragg explicaron que los haces difractados por un cristal, son debidos a que las ondas incidentes se reflejan especularmente en los planos paralelos de los átomos del cristal.

$2d \sin \theta = \lambda$

DETECTOR PATRÓN DE DIFRACCIÓN ANÁLISIS CUANTITATIVO ESTRUCTURA CRISTALINA

FASE 2

Esta ley determina en qué direcciones un cristal difractará rayos X según la profundidad en la que encuentran en el cristal los nodos de la red cristalina.

¿QUÉ ES? | ¿CÓMO FUNCIONA? | ¿PARA QUÉ?

Fig. 4. Interfaz de usuario de la distribución autónoma de los MDM para la difusión de la Cultura Científica y Tecnológica

3.1. Distribución autónoma

Para resolver el primer escenario, se ha construido un interfaz común a todos los MDM. Su diseño está basado en una evolución de los interfaces realizados en proyectos anteriores de nuestro grupo y en principios de usabilidad ampliamente difundidos gracias a la enorme proliferación de materiales interactivos a través de

Internet. Además, las películas se agrupan en varias colecciones temáticas, formando cursos o tutoriales.

Este interfaz está dividido en cuatro áreas: identificación, ubicación, navegación y contenidos (Fig. 4):

- la franja superior se reserva para identificar cada película, esto es: su título, el tutorial al que pertenece y la institución o ámbito educativo implicado,
- el área de navegación situada en la columna derecha recoge siete iconos que dan acceso a funciones misceláneas: tabla de contenidos, glosario, actividades, referencias, ayuda, música de fondo y fin del tutorial,
- dos elementos gráficos emplazados en el área inferior ubican en todo momento al usuario dentro del tutorial, señalando el apartado (“¿Qué es?”, “¿Cómo funciona?” y “¿Para qué sirve?”) y la fase de la película correspondiente. Además, este último elemento sirve para recorrer sus diferentes fases, y,
- finalmente, el área central se destina por completo a presentar los contenidos propiamente dichos, es decir, las películas, con sus textos explicativos (general y de cada fase), imágenes, animaciones, elementos interactivos, etc.

3.2. Distribución como objetos de aprendizaje

El escenario verdaderamente interesante y novedoso es el que contempla la publicación de los MDM como piezas autónomas y reutilizables, con el objetivo en mente de incluirlas posteriormente en un repositorio propio de objetos de aprendizaje. En realidad, sería útil no tener que considerar la cuestión de si el repositorio es propio o no, de modo que los objetos de aprendizaje que desarrollamos puedan ser incluidos en otros repositorios y, a la vez, nuestro repositorio admita objetos de aprendizaje desarrollados por otros. Desde luego, todo esto resulta poco menos que imposible a menos que se adopten ciertas normas comunes que aseguren esa interoperabilidad. Por ese motivo, varias organizaciones relacionadas con el ámbito de las tecnologías educativas vienen cooperando durante los últimos años para establecer los estándares más convenientes. En particular, el consorcio *Advanced Distributed Learning* (ADL) presenta la interoperabilidad como uno de los fundamentos de su modelo de referencia SCORM (ADL, 2004a). Ese es el modelo que empleamos como guía en nuestro equipo.

Otro de los requerimientos funcionales invocados por SCORM es la accesibilidad, relacionada con la catalogación, el descubrimiento y la recuperación de objetos de aprendizaje en repositorios. Los estándares que cubren esta característica se

apoyan en los denominados metadatos para describir las propiedades relevantes de los objetos de aprendizaje, tanto individual como agregadamente. Existen diversas especificaciones, más o menos similares, basadas en el lenguaje de etiquetas XML. En su última revisión (ADL, 2004b), SCORM se adhiere al estándar LOM de IEEE que define hasta 64 elementos agrupados en 9 categorías, aunque da cabida a otros esquemas. No obstante, reconoce que son más de los que resultarían prácticos para los usos corrientes y sólo exige algunos de manera obligatoria. En nuestro caso, hemos optado por extraer un subconjunto inicial, razonable para nuestros fines, que consta de unos 30 elementos, próximo en extensión al esquema delimitado por CanCore y alejado de los propuestos por IMS o DublinCore (Richards *et al.*, 2002), concediendo mayor importancia a los elementos que describen los aspectos educativos, los generales y la catalogación dentro del sistema de clasificación del conocimiento de UNESCO (Tabla 1). Según nuestra visión, los esquemas de metadatos deben ser entendidos más bien como un catálogo o diccionario abierto al que se van incorporando nuevos elementos con el tiempo, y más aún con la previsiblemente rápida evolución de las tecnologías de *e-learning*.

Categoría	Elementos
General	Título, descripción, palabras clave, idioma
Ciclo de vida	Versión, estado, contribuciones
Metametadata	Esquema, idioma
Aspectos técnicos	Formato, tamaño, ubicación, sistema operativo, navegador, otros requisitos técnicos
Aspectos educativos	Tipo de recurso, tipo y grado de interacción, tiempo de aprendizaje, contexto educativo, idioma
Derechos	Pago, copyright, comentarios sobre uso y distribución
Clasificación	Propósito, sistema de clasificación, taxón (código y nombre)

Tabla 1. Nuestra selección inicial de elementos de metadatos de SCORM agrupados en sus correspondientes categorías

Al margen de los estándares, en nuestros MDM para la difusión de la Cultura Científica y Tecnológica, cada objeto de aprendizaje corresponde a un único clip multimedia. Cada objeto de aprendizaje es una unidad autónoma, y de ello se deduce inmediatamente que no debe asumir ninguna responsabilidad de navegación, salvo aquellas concernientes a sus propios contenidos. Dicho de otro modo, la navegación entre objetos de aprendizaje es responsabilidad exclusiva del entorno que los maneja. En definitiva, en este escenario de uso no se proporciona

ningún interfaz de navegación para los MDM. No obstante, al haber sido concebidos no sólo pedagógicamente sino también gráficamente como objetos de aprendizaje, su integración en otros interfaces de navegación resulta satisfactoria (Fig. 5).

Reload Content Package Preview

Fundamento

1

- ¿Qué es?
 - Rayo X
 - Concepto
 - Fundamento**
 - Nuestro equipo
- ¿Cómo funciona?
 - Esquema general
 - Análisis e interpretación
- ¿Para qué?
 - Aplicaciones
- Actividades
 - Espectro de rayos X
 - Bombardeo de electrones
- Glosario
- Referencias

FUNDAMENTO

W.H.Bragg y W.L.Bragg explicaron que los haces difractados por un cristal, son debidos a que las ondas incidentes se reflejan especularmente en los planos paralelos de los átomos del cristal.

$2d \sin \theta = \lambda$

DETECTOR PATRÓN DE DIFRACCIÓN ANÁLISIS CUANTITATIVO ESTRUCTURA CRISTALINA

INTENSIDAD

2θ (GRADOS)

FASE 2

Esta ley determina en qué direcciones un **crystal** difractará rayos X según la profundidad en la que encuentran en el **crystal** los **nodos** de la red cristalina.

1 2 3 4

Fig. 5. Integración de los objetos de aprendizaje en el interfaz genérico suministrado por la herramienta *Reload Editor* para el etiquetado y empaquetado de contenidos según IMS y SCORM

3.3. Sistemas de gestión de aprendizaje

Para finalizar, abordaremos una última cuestión, la que tiene que ver con el uso de nuestros MDM en sistemas de gestión de aprendizaje (*Learning Management Systems* o LMS). SCORM también proporciona estándares para la agregación y secuenciación de objetos de aprendizaje (ADL, 2004a), adecuados para compilar cursos con diferentes estrategias de aprendizaje. Existen numerosos sistemas de gestión de aprendizaje conformes con SCORM en mayor o menor medida, la mayoría comerciales y algunos de libre distribución, como Claroline, ATutor, Moodle, etc. El cumplimiento de los estándares mencionados hace posible el intercambio de cursos entre las diferentes plataformas, esto es, su interoperabilidad.

Nuestros MDM para la difusión de la Cultura Científica y Tecnológica son susceptibles de formar parte de uno de esos cursos, como objetos de aprendizaje que son. A modo de demostración, nuestro equipo ha montado los cursos equivalentes a los distribuidos de manera autónoma, prescindiendo lógicamente del interfaz construido expresamente para aquélla.

Quedaría por investigar un tercer escenario de distribución basado en estos mismos cursos pero explotando las capacidades de SCORM para implantar estrategias de aprendizaje más elaboradas y abordar otras cuestiones ya más alejadas de nuestro alcance, como las que tienen que ver con el seguimiento y evaluación de los aprendizajes (Martínez *et al.*, 2004).

4. Conclusiones

La creación de MDM es una tarea compleja que implica la participación de profesionales procedentes de diversas competencias profesionales. Para lograr que desempeñen sus actividades de forma cooperativa hemos diseñado un flujo de trabajo adecuado en el que cobran especial importancia los métodos de comunicación entre miembros pertenecientes a distintas áreas, en particular, las plantillas de trabajo y los *story boards*.

Otro aspecto fundamental a tener en cuenta es el elevado coste que supone confeccionar los MDM desde un principio, lo que nos ha llevado a buscar un modo de obtener un mayor aprovechamiento de los contenidos desarrollados con anterioridad. En ese sentido se dirigen los esfuerzos que en los últimos años vienen realizando diversas organizaciones destacadas en el mundo del *e-learning*, y que se plasman en la aparición de un conjunto de estándares entre los que cabe resaltar SCORM. Uno de sus requerimientos funcionales más notables y provechosos gira en torno al concepto de reutilización de objetos de aprendizaje, idea que actualmente tratamos de llevar a la práctica durante la elaboración de MDM para la difusión de la Cultura Científica y Tecnológica.

Por último, a raíz de este trabajo, nos planteamos como siguiente objetivo la construcción de un repositorio de objetos de aprendizaje, en consonancia con las líneas de trabajo seguidas por otros grupos.

Fecha de cierre de la redacción del artículo: 30 de enero de 2005

Cita bibliográfica del artículo

Sampedro, A., Sariago, R., Martínez, Á., Martínez, R. A., Rodríguez, B. (2005, Febrero). Procesos implicados en el desarrollo de Materiales Didácticos reutilizables para el fomento de la Cultura Científica y Tecnológica. *RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II*. Consultado (día/mes/año) 2005 en <http://www.um.es/ead/red/M3/>

Referencias

Advanced Distributed Learning (ADL) (2004a): Sharable Courseware Object Reference Model (SCORM). Overview.

Advanced Distributed Learning (ADL) (2004b): Sharable Courseware Object Reference Model (SCORM). SCORM Content Aggregation Model.

Commission of the European Communities (2003): Education and Training 2010. Bruselas.

Horton, S. (2000): Web teaching guide. A practical approach to creating course web sites. Yale University Press, New Haven.

Martínez, R. A., Miláns del Bosch, M., Granda, E., Lupiáñez, F., Pérez, H., Martínez, Á., Sampedro, A. (2003): Aspectos organizativos y didácticos implicados en la elaboración de material educativo multimedia (MEM) para el fomento de la motivación empresarial. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, Vol. 6, Núm. 1, 141-157.

Martínez, R. A., Pérez, M. H., Sampedro, A., Martínez, Á. (2004): Evaluación y diagnóstico de procesos de formación en entornos virtuales de aprendizaje. En del Moral (coord.): *Sociedad del conocimiento, ocio y cultura: un enfoque interdisciplinar*. KRK, Oviedo, 81-103.

Orihuela, J. L., Santos, M. L. (1999): *Introducción al diseño digital*. Ediciones Anaya Multimedia, S.A., Madrid.

Polsani, P. R. (2003): Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*, Vol. 3, Núm. 4.

Richards, G., McGreal, R., Hatala, M., Friesen, N. (2002): The evolution of learning object repository technologies: portals for on-line objects for learning. *Journal of Distance Education*, Vol. 17, Núm. 3, 67-79.

Sampedro, A., Martínez, Á., Ortuño, M. A., Fernández, H. (2000): Wellpath: gestor de entornos virtuales para la formación. III Congreso Internacional de Comunicación, Tecnología y Educación, Redes Multimedia y Diseños Virtuales. Oviedo.

Sicilia, M. A., García, E. (2003): On the concepts of usability and reusability of learning objects. *International Review of Research in Open Distance Learning*.

Smith, P. L., Ragan, T. J. (1999): *Instructional design*. 2ª edición. Prentice-Hall, Inc., Columbus, Ohio.