



DESARROLLO DE RECURSOS DIDÁCTICOS MULTIMEDIA REUTILIZABLES EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Sampedro Nuño, A., Sariego Ferrero, R., Martínez Nistal, Á., Argüelles Collada, J. M.

Servicio de Proceso de Imágenes y Diseño Gráfico, Universidad de Oviedo, España

1. Introducción

La divulgación de contenidos educativos a través de Internet que se populariza a principios de la década de los años 90 sufre un giro importante con la introducción del término “objeto de aprendizaje” (*learning object*) por Wayne Hodgins en 1994. La aparición de este concepto ha suscitado desde entonces una creciente expectación, aunque no libre de controversia debido, entre otros motivos, a la falta de acuerdo en las definiciones básicas adoptadas por diferentes autores, a contradicciones con principios pedagógicos recientes o a implementaciones triviales (Wiley, 2003). Esta situación no hace más que evidenciar la necesidad de una convergencia de planteamientos y criterios que actualmente está siendo abordada por diferentes organizaciones e iniciativas, entre ellas *Advanced Distributed Learning* (ADL) a través del modelo SCORM (*Sharable Content Object Reference*) (*Advanced Distributed Learning*, 2004a). Esta solución se basa en varios requisitos funcionales entre los cuales cobra especial protagonismo la reutilización de contenidos educativos (Sicilia & García, 2003), uno de los principios que fundamentan la noción de objeto de aprendizaje: “*a learning object is an independent and self-standing unit of learning content that is predisposed to reuse in multiple instructional contexts*” (Polsany, 2003). La importancia de este enfoque es crucial por el ahorro que supone para las instituciones educativas y las empresas productoras de contenidos: si los objetos de aprendizaje se diseñan y construyen con acierto y, además, se catalogan y archivan convenientemente, podrán ser aprovechados con facilidad en múltiples contextos, rentabilizando así mucho mejor la elevada inversión que exige su desarrollo. Por otra parte, este planteamiento se acompaña de otro no menos importante: la creación de los denominados repositorios de objetos de aprendizaje, auténticos centros de intercambio de materiales educativos que, previsiblemente, se convertirán en uno de los pilares del *e-learning* del futuro más inmediato (Duncan, 2003).

Toda esta actividad reciente en la escena del *e-learning* no ha pasado inadvertida al equipo de innovación educativa del Servicio de Proceso de Imágenes y Diseño Gráfico de la Universidad de Oviedo, que desde hace diez años viene elaborando numerosos materiales didácticos multimedia dirigidos principalmente a la enseñanza superior de las Ciencias Experimentales: Ciencias de la Salud, Ciencias Biológicas, Ciencias Químicas, etc. En el desarrollo de estos materiales se pretende aplicar los principios de nuevos enfoques constructivistas 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. La elaboración de estos materiales didácticos multimedia (MDM) no es una tarea sencilla ni barata, por cuanto implica la participación de numerosos profesionales procedentes de disciplinas diversas y exige tener en cuenta varios principios de diseño pedagógico y tecnológico que garanticen mejor su aprovechamiento educativo. Por ello resulta imprescindible fijar desde el mismo inicio una metodología que dirija el flujo de trabajo de todos los profesionales involucrados, así como identificar las técnicas y tecnologías que ayuden a cumplir de la mejor manera dichos principios de diseño.

En la primera parte de este trabajo, exponemos nuestra metodología de trabajo en el desarrollo de MDM y posteriormente abordamos algunas cuestiones referidas a su reutilización así como una breve descripción de nuestro entorno de gestión del aprendizaje.

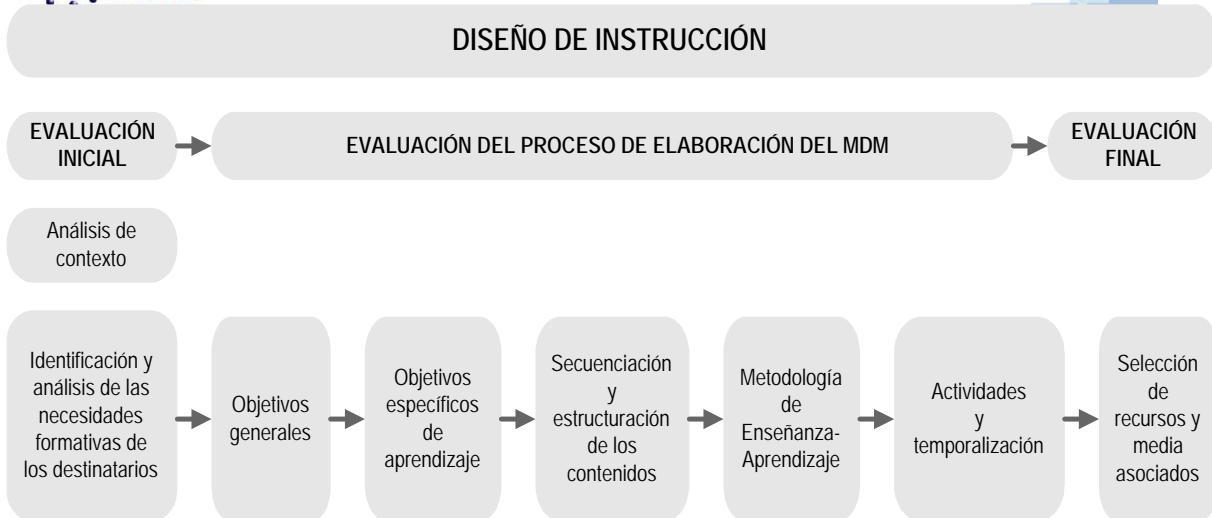


Figura 1: Etapas en el diseño de instrucción.

2. Metodología de trabajo en el desarrollo de recursos didácticos multimedia

El proceso de elaboración de recursos educativos de calidad exige la participación de profesionales procedentes de diversas disciplinas. Las personas que forman nuestro equipo pertenecen a diferentes áreas profesionales: dirección y coordinación, pedagogía, diseño hipermedia, diseño gráfico, desarrollo informático y expertos científicos en cada materia tratada pertenecientes a los grupos de investigación de nuestra propia universidad. El diseño de un esquema de trabajo de tipo cooperativo adecuado resulta fundamental, no sólo desde el punto de vista organizativo, sino también para poder compartir conocimientos, habilidades y actitudes entre todos los miembros del equipo. Así, por ejemplo, gracias a su incorporación al equipo multidisciplinar, los expertos científicos pueden participar a lo largo de todo el proceso de elaboración de los recursos, llegando a conocer mejor, de esta manera, las estrategias de diseño y producción, lo que favorece su habilidad en el diseño de las metodologías de difusión e innovación didáctica más adecuadas para su posterior utilización en la enseñanza.

Nuestro flujo de trabajo se divide en cuatro etapas: diseño de instrucción, diseño hipermedia, diseño gráfico y desarrollo informático. La comunicación entre los miembros implicados en cada una de ellas se realiza a través de diversos métodos de comunicación, tanto síncronos como asíncronos, entre los que destacan las plantillas de trabajo y los *story boards*, documentos que explican sucintamente las tareas a realizar en la siguiente etapa (Martínez *et al.*, 2004).

2.1 Diseño de instrucción

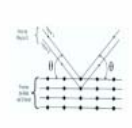
Una de los rasgos característicos de todo buen MDM es que dispone de un diseño educativo adaptado a las necesidades formativas de las personas que lo van a utilizar. Este diseño no sólo permite elaborar correctamente el MDM desde el punto de vista pedagógico y tecnológico, sino que, además, facilita la posterior interacción del mismo con el usuario, fomentando así su motivación por aprender. Los MDM que elaboran nuestro equipo 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 (Smith & Ragan, 1999): objetos de aprendizaje, contenidos, metodología, recursos, actividades, secuenciación y procesos de evaluación (figura 1).

FASE 2

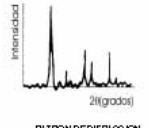
Subparalelo
FUNDAMENTO
Es la ley de Bragg que indica en qué direcciones un cristal difractará rayos X según la profundidad en la que se encuentran los nodos de la red cristalina.

Imágenes
Socorro base 2

Explicación textual
El haz de rayos que pasa por la izquierda y al chocar con los puntos de red del cristal y salen reflejados se va formando la línea de la derecha del patrón de difracción. Una vez que tenemos el patrón de difracción se hace un análisis cuantitativo (depende el recuadro donde pone ANÁLISIS CUANTITATIVO) y se genera después aparece la estructura cristalina.

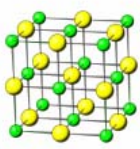


DETECTOR



PATRÓN DE DIFRACCIÓN

ANÁLISIS CUANTITATIVO



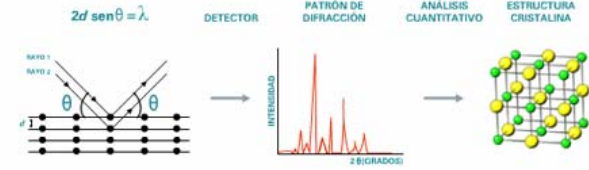
ESTRUCTURA CRISTALINA

Explicación gráfica

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.



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.

1 2 3 4

¿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 rebatados, 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.

Figura 2: Plantilla de trabajo y *story board* correspondientes a un mismo MDM sobre difracción de rayos X.

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. El resultado de este análisis lleva a formular una serie de objetivos de aprendizaje que determinan la selección y estructuración de los contenidos. A partir de ese punto, se concretan la metodología de enseñanza-aprendizaje, las actividades a realizar y su secuenciación. El último paso consiste en identificar los media que, de acuerdo a los objetivos y contenidos seleccionados, facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje e integrarlos convenientemente en el MDM.

2.2 Diseño hipermedia

A grandes rasgos, la misión del equipo hipermedia es la construcción de la estructura lógica del MDM y la organización a su alrededor de los materiales aportados por los expertos científicos. Así, los diseñadores hipermedia se encargan de diseñar el funcionamiento y navegación del interfaz de usuario, siguiendo los principios metodológicos de los MDM, y de editar y ensamblar los materiales originales. Esto último incluye la recopilación de los media disponibles, la selección de los más adecuados y su organización, la redacción de los textos explicativos, el abocetamiento de las ilustraciones y animaciones, etc. Para ello, en torno a esta etapa, se emplean plantillas de trabajo que recogen los textos explicativos, las figuras y bocetos de las ilustraciones, todos ellos ya organizados (figura 2).

Por otra parte, dentro de nuestro flujo de trabajo, los expertos en hipermedia ocupan una posición especialmente relevante, por cuanto actúan como enlace entre los expertos científicos y la parte de producción del equipo (diseño gráfico y desarrollo informático). Por ese motivo, a menudo, asumen determinadas tareas de coordinación y prestan más atención a la evaluación continua que los miembros de otras etapas.

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 comprende la selección de tipografías y colores, la edición gráfica de los media, la ejecución de las ilustraciones y su optimización, etc. Otra responsabilidad fundamental del diseñador gráfico es la creación de un *story board* con el que guiará al área informática en la programación de las animaciones y media interactivos más complejos (figura 2).

2.4 Desarrollo informático

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 evaluación de calidad. Una amplia mayoría de nuestros MDM consisten en colecciones de películas o clips multimedia desarrollados íntegramente con FlashMX. A pesar de algunos inconvenientes relacionados con su accesibilidad, esta tecnología brinda varios beneficios indudables al desarrollo y distribución de MDM respecto a otros medios y herramientas más estandarizados: su mayor expresividad en tipografía e ilustración vectorial, facilidades para realizar interacciones más sofisticadas, empaquetamiento de todo tipo de media en un único documento o compatibilidad con multitud de plataformas y navegadores. En nuestro equipo, tanto los diseñadores hipermedia como los diseñadores gráficos realizan su trabajo con FlashMX, pero la programación del funcionamiento del interfaz de usuario y de las animaciones más complejas se deja en manos del área de desarrollo informático.

Por último, otro cometido importante de esta área consiste en asegurar la conformidad de los MDM a los estándares internacionales de distribución de contenidos digitales educativos, mediante su correcto empaquetado y etiquetado con metadatos.

3. Reutilización de recursos didácticos multimedia

En el pasado, los MDM que producía nuestro equipo se concebían según el modo tradicional, es decir, como cursos completos e indivisibles, preparados para ser distribuidos entre un grupo más o menos limitado de usuarios. En algunas ocasiones se publicaban como un CD-ROM dedicado en exclusiva a complementar clases presenciales impartidas a un grupo reducido de alumnos, mientras que, en otras, los MDM pasaban a formar parte del catálogo de contenidos de la plataforma de *e-learning* de acceso público y alcance internacional orientada a las Ciencias de la Salud y desarrollada también por nuestro propio equipo: WellPath (Sampedro *et al.*, 2000).

En todos los casos hemos tenido la oportunidad de comprobar de primera mano que el coste y el esfuerzo necesarios para desarrollar estos MDM cada vez desde el principio es muy alto, y que sería muy provechoso disponer de ciertas unidades de contenido diseñadas de forma adecuada para poder incorporarlas fácilmente en diferentes MDM. De hecho, una de las demandas habituales de algunos educadores que emplean nuestros MDM para apoyar su docencia tiene que ver precisamente con esta reutilización de contenidos. A menudo expresan su deseo de disponer de determinadas piezas individuales de los MDM, generalmente animaciones o ilustraciones, para poder incorporarlas libremente a los recursos didácticos que ellos mismo confeccionan, ahorrándose así el esfuerzo de elaborarlas de nuevo.

Una solución idónea a esta situación se halla en los repositorios de objetos de aprendizaje (Duncan, 2003). Si bien, en principio, se pueden tomar por librerías digitales o portales especializados en recursos educativos, su verdadero cometido va más allá de ser un mero archivo de recursos, puesto

que implica una participación activa de sus usuarios, al aportar cada uno sus propios materiales y evaluar y anotar los ofrecidos por los demás; de ahí que el término que mejor ilustra la actividad que surge a su alrededor es: intercambio (*sharing* y *exchanging*). Algunos ejemplos representativos de repositorios institucionales de objetos de aprendizaje incluyen: MERLOT, CAREO, HEAL, DLESE, MarcoPolo, Connexions, etc. En seguida se adivina que el papel que han de desempeñar los estándares en su implantación y en el éxito de su aceptación general es vital, aún más en el caso de las denominadas federaciones de repositorios.

Con estas ideas en mente, al desarrollar los últimos y próximos MDM, nuestro equipo se ha planteado un nuevo escenario de uso que contempla dichos materiales como colecciones de objetos de aprendizaje conformes con el estándar SCORM, listos para ser aceptados por plataformas y aplicaciones de *e-learning* también compatibles con dicho estándar. Este escenario inicia una línea de trabajo que establece como objetivo a medio plazo la implantación de un repositorio propio de objetos de aprendizaje para el disfrute de nuestra comunidad educativa. De momento, por razones de continuidad con proyectos previos, también mantenemos el escenario tradicional de uso en el que los MDM se distribuyen de manera completamente autónoma a través de Internet y CD-ROM. Pero es importante recalcar que ambos escenarios comparten los mismos objetos de aprendizaje, o, lo que es lo mismo, se reutilizan cambiando tan sólo su “envoltorio”.

3.1 Distribución autónoma

Para resolver el primer escenario de uso, distribución autónoma, se ha construido un interfaz de usuario común a todos nuestros MDM. Su diseño está basado en la evolución de las interfaces realizadas 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. Comprende cuatro áreas con varios elementos gráficos reservados a cuatro propósitos diferentes: identificación y contexto educativo de cada clip, navegación entre clips y sus fases, herramientas y complementos de los contenidos (glosario, actividades, referencias) y los propios contenidos. Las películas se agrupan en varias colecciones temáticas formando tutoriales, y, dentro de cada una de ellas, se organizan en tres apartados que responden a las tres cuestiones consideradas esenciales para comprender el tema tanto desde el punto de vista teórico como práctico: ¿qué es? ¿cómo funciona? y ¿para qué sirve?

3.2 Distribución como objetos de aprendizaje

El escenario de uso 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 muy útil no tener que considerar la cuestión de si el repositorio es propio o no, de tal modo que los objetos de aprendizaje que desarrollamos puedan ser incluidos en otros repositorios y, viceversa, nuestro repositorio admita objetos de aprendizaje desarrollados por otros. Ese es justo uno de los motivos por los que diversas organizaciones involucradas en el uso de las tecnologías de la información en el ámbito educativo vienen cooperando durante los últimos años para definir diferentes estándares que faciliten la interoperabilidad de recursos educativos digitales. Tal es el caso de la iniciativa ADL y su ya popular modelo de referencia SCORM, que empleamos como guía en nuestro equipo.

Otro de los requerimientos funcionales invocados por SCORM es la accesibilidad, en relación con la catalogación, el descubrimiento y la recuperación de objetos de aprendizaje en repositorios. Los estándares que cubren este aspecto se apoyan en los denominados metadatos para describir las características relevantes de los objetos de aprendizaje, tanto individual como agregadamente. Existen varios estándares y especificaciones, más o menos similares, basados en el lenguaje de etiquetas XML. En su última versión, SCORM (Advanced Distributed Learning, 2004b) se adhiere al estándar

LOM (*Learning Object Metadata*) de IEEE LTSC que define hasta 64 elementos agrupados en 9 categorías, si bien da cabida a otros esquemas. No obstante, reconoce que son más de los que resultarían prácticos para la mayoría de los usos por lo que sólo exige algunos de manera obligatoria. En nuestro caso, hemos optado por extraer un subconjunto razonable para nuestros fines que consta de unos 30 elementos, más próximo en extensión al esquema delimitado por CanCore (Canadian Core Learning Resource Metadata Initiative, 2004) y alejado de los propuestos por IMS (IMS Global Learning Consortium, 2004) o DublinCore (DublinCore Metadata Initiative, 1999). Dada la previsible rápida evolución de las tecnologías de *e-learning*, entendemos que los esquemas de metadatos deben contemplarse más bien como un catálogo o diccionario abierto y común al que, con el tiempo, se van incorporando nuevos elementos, y del que cada comunidad toma sólo los más idóneos a sus necesidades en un momento dado.

En la actualidad, las nueve categorías del estándar LOM cubren aspectos variados de los recursos educativos, tanto tecnológicos como pedagógicos, tanto relacionados con su desarrollo como con su difusión: aspectos generales (*general*), ciclo de vida (*life cycle*), información sobre los metadatos (*meta-metadata*), aspectos técnicos (*technical*), aspectos pedagógicos (*educational*), derechos y propiedad intelectual (*rights*), relaciones con otros materiales (*relation*), evaluación y anotaciones de los usuarios (*annotation*) y clasificación según diversos criterios (*classification*).

Esta última categoría es útil para la clasificación por disciplinas de los materiales educativos y resulta particularmente oportuna en el área de las ciencias experimentales, donde sus usuarios están familiarizados con su empleo. En nuestro equipo empleamos la clasificación UNESCO de 4 y 6 dígitos.

Un aspecto esencial en la publicación de recursos didácticos en Internet es el relacionado con la propiedad intelectual, más aún cuando se está hablando de centros de intercambio de objetos de aprendizaje reutilizables. Nuestros materiales educativos se publican bajo una modalidad de la licencia de uso de Creative Commons (Creative Commons, 2003): se permite su uso y reproducción, salvo con fines comerciales, pero no su modificación. Inspiradas en parte en la licencia de software libre GNU GPL y de muy reciente aparición, las licencias de Creative Commons resultan idóneas para la publicación en Internet de obras de carácter literario, artístico, educativo, etc. Dos de sus principales atractivos para nuestro propósito radican en la posibilidad de personalizar sus restricciones de uso para cada caso ("*some rights reserved*") y en la incorporación de metadatos para su detección y proceso de forma automatizada, por ejemplo, dentro de los propios repositorios de objetos de aprendizaje.

Apoptosis

Ver : [Pantalla completa](#)
(Fullscreen) | [Con frames](#) (In
frames)

- [Concepto y causas.htm](#) ✓
- [Cambios morfológicos.htm](#) ✓
- [Mecanismos moleculares y ...](#) ✓
- [Ejemplos específicos.htm](#)

[Anterior](#) | [Siguiente](#)

[Volver a la lista](#)

Cambios morfológicos

1. Microscopía óptica

La tinción con eosina y hematoxilina indica que la apoptosis afecta a células aisladas o a grupos celulares pequeños. El estudio histológico muestra a la célula apoptótica como una masa redondeada u oval de citoplasma intensamente eosinófilo con fragmentos densos de cromatina (figura 1).

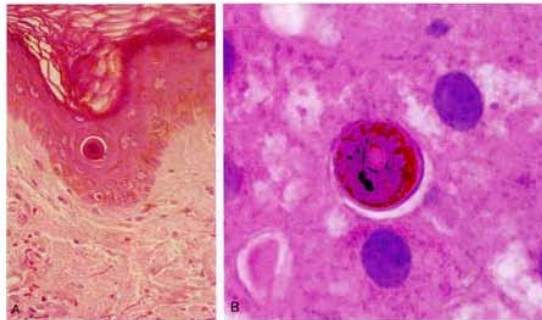


Figura 1: A. Apoptosis en la piel mediada por mecanismos inmunitarios. B. Apoptosis en el hígado en la lesión hepatocitaria mediada por mecanismos inmunitarios (tomado de Cotran, R.S.; Kumar, V. y Collins T.: Robbins Patología Estructural y Funcional, 6ª edición, Capítulo 1, página 22. Editorial McGraw-Hill Interamericana, Madrid. 2000).

Coordinador(es) : [Andrés Sampedro Nuño, José María Argüelles Collada](#)

Coordinador Claroline@SPI+DG : [Roberto S. Ferrero](#)

Generado con [Claroline](#) © 2001 - 2004

Figura 3: Integración de los objetos de aprendizaje sobre Anatomía Patológica General en Odontología en Claroline.

4. Sistemas de gestión de aprendizaje

Para finalizar, abordaremos otra cuestión, la que tiene que ver con el uso de nuestros MDM en sistemas de gestión de aprendizaje o LMS (*Learning Management System*). SCORM también proporciona estándares para la agregación y secuenciación de objetos de aprendizaje. Existen varios LMS conformes en mayor o menor grado con SCORM, la mayoría comerciales y algunos de libre distribución (*open source*), entre los que cabe destacar Blackboard, WebCT, ATutor, Moodle o Claroline. El cumplimiento de los estándares mencionados hace posible el intercambio de cursos entre las diferentes plataformas, esto es, su interoperabilidad.

Nuestros MDM se prestan especialmente a la composición de cursos siguiendo las pautas que marca SCORM. A modo de demostración inicial, nuestro equipo ha montado los cursos equivalentes a los distribuidos de manera autónoma, prescindiendo, como es de esperar, del interfaz construido expresamente para los segundos. La tarea de ensamblaje, etiquetado y empaquetamiento de los cursos a partir de objetos de aprendizaje se simplifica en gran medida si se emplea el software adecuado, tal y como hemos podido comprobar al utilizar las dos aplicaciones de Reload diseñadas para tal fin: Metadata and Content Packaging Editor y SCORM Player. Para verificar su integración dentro de un LMS, nuestro equipo ha optado por emplear la plataforma de libre distribución Claroline, atraí-

dos, entre otras razones, por su sencillez, ya que consideramos que se trata de un factor crucial a la hora de mantener el interés de sus usuarios (figura 3).

Dentro de este mismo escenario, quedan por investigar las capacidades y limitaciones del modelo de objetos de aprendizaje, de SCORM y de Claroline para implantar estrategias de aprendizaje más elaboradas, y abordar otras cuestiones, como las que tienen que ver con el seguimiento y evaluación de los aprendizajes. Claroline, al igual que el resto de LMS similares, no se queda únicamente en la difusión de los contenidos educativos y la planificación y gestión del curso, sino que aporta cierta variedad de herramientas de comunicación, evaluación y seguimiento. La cuestión está en idear nuevos tipos de actividades educativas que aprovechen dichas herramientas para poder pasar de un modelo educativo basado en la transmisión y reproducción, muy generalizado en la educación virtual, a otro que fomente el razonamiento, la cooperación o la actitud interrogativa y se apoye en la resolución de problemas concretos (Margalef, 2004; Smidts *et al.*, 2004). Las experiencias prácticas en ese sentido son esenciales para poder determinar hasta qué punto es posible la aplicación de ese planteamiento a la enseñanza virtual. Con esa idea en mente, abordamos en la actualidad y de manera paulatina la enseñanza de Anatomía Patológica General en Odontología, apoyados en los recursos tecnológicos mencionados, a través de la adaptación de materiales didácticos existentes, la participación activa de los estudiantes en foros de comunicación dirigidos por los tutores, el seguimiento de la utilización de los recursos disponibles, la planificación de tareas en grupo, la evaluación de la calidad en la enseñanza, etc. La respuesta inicial de los estudiantes parece alentadora y, en cualquier caso, nos lleva a reflexionar sobre una serie de cuestiones de tipo didáctico que, seguramente, servirán para madurar nuestras ideas y enfrentar con más claridad las siguientes etapas.

Conclusión

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

Otro aspecto clave a tener en cuenta es el elevado coste que supone confeccionar los MDM desde el 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, especificaciones y guías entre los que cabe resaltar SCORM. Uno de sus requerimientos funcionales más importantes y rentables gira en torno al concepto de reutilización de objetos de aprendizaje, idea que tratamos de llevar a la práctica durante la elaboración de nuestros últimos MDM para las ciencias experimentales. Como hemos podido comprobar, los beneficios obtenidos de carácter tecnológico y económico, en particular en cuanto a la interoperabilidad de materiales, se aprecian de manera inmediata. En cambio, para poder apreciar las ventajas de carácter pedagógico, probablemente sea necesaria una mayor maduración de las estrategias educativas que utilizan este tipo de recursos tecnológicos.



Referencias

Advanced Distributed Learning (ADL) (2004a) Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 2nd Edition Overview (disponible en <http://www.adlnet.org>).

Advanced Distributed Learning (ADL) (2004b) Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Content Aggregation Model (CAM), version 1.3.1 (disponible en <http://www.adlnet.org>).

Canadian Core Learning Resource Metadata Initiative (CanCore) (2004) CanCore Guidelines for the Implementation of Learning Object Metadata (disponible en <http://www.cancore.ca>).

Creative Commons (2003) "Some rights reserved": building a layer of reasonable copyright (disponible en <http://creativecommons.org>).

Dublin Core Metadata Initiative (1999) Dublin Core Metadata Element Set, version 1.1 (disponible en <http://www.dublincore.org>).

Duncan, C. (2003) Digital Repositories: e-learning for everyone, eLearnInternational, Edinburgh, Scotland, UK, 9-12 February, 2003, (disponible en <http://www.intrallect.com>).

IMS Global Learning Consortium (2004) Learning Resource Metadata Specification, version 1.2.1 Final Specification (disponible en <http://www.imsglobal.org>).

Margalef, L. (2004) Construcción de objetos didácticos: buscando un marco de referencia desde la complejidad de entornos educativos, I Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables, Guadalajara, España, Octubre 20-22 de Octubre de 2004.

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, pp. 81-103, (Oviedo, KRK).

Polsani, P. R. (2003) Use and abuse of reusable learning objects, Journal of Digital Information, 3(4), artículo no. 164.

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

Sicilia, M. A., García, E. (2003) On the concepts of usability and reusability of learning objects, International Review of Research in Open and Distance Learning, 4(2).

Smidts, D., Vander Borght, C., De Kesel, M., Lebrun, M., Schneider, Y-J. (2004) L'apprentissage interdisciplinaire en Sciences de la Vie: faciliter l'intégration des contenus, XXI Congreso de AIPU, Marrakech, Marruecos, 3-7 de Mayo de 2004.

Smith, P. L. & Ragan, T. J. (1999) Instructional design, (Columbus, Prentice Hall).

Wiley, D. (2003) Learning Objects: difficulties and opportunities, (disponible en <http://wiley.ed.usu.edu>).