

Personalizing the learning process by means of reusable learning objects

Julià Minguillón¹, Enric Mor¹, Francesc Santanach², and Lourdes Guàrdia³

¹ Estudis d'Informàtica i Multimèdia

² Grup Operatiu de Desenvolupament Intranets

³ Estudis de Psicologia i Ciències de l'Educació

Universitat Oberta de Catalunya

Av. Tibidabo 39-43, 08035 Barcelona

Tel. (+34) 932532300, Fax (+34) 934176495

{jminguillona, emor, fsantanach, lguardia}@uoc.edu

Abstract. In this work we describe the design of an e-learning platform which integrates the use of reusable learning objects as the basic elements for the construction of itineraries, permitting the personalization of the learning process depending on the particular characteristics of each course subject and each user profile. The main goal is to describe the desired functionalities of such platform and the possible limitations that might arise when different technologies must be integrated, specially the gap between the current metadata definitions provided by the learning objects metadata standards, and the real requirements of the instructional design according to several pedagogical criteria, tutoring and personalization purposes. The proposed e-learning platform uses the SCORM standard as the basic core of the system and, extensively, it uses the LOM standard for describing the metadata of the reusable learning objects, but including the necessary modifications having in mind that the main goals of the project are the supervision of the learning process and its personalization.

Personalización del proceso de aprendizaje usando learning objects reutilizables

Julià Minguillón¹, Enric Mor¹, Francesc Santanach², and Lourdes Guàrdia³

¹ Estudis d'Informàtica i Multimèdia

² Grup Operatiu de Desenvolupament Intranets

³ Estudis de Psicologia i Ciències de l'Educació

Universitat Oberta de Catalunya

Av. Tibidabo 39-43, 08035 Barcelona

Tel. (+34) 932532300, Fax (+34) 934176495

{jminguillona, emor, fsantanach, lguardia}@uoc.edu

Resumen En este artículo se describe el diseño de una plataforma de e-learning que integra el uso de learning objects (objetos de aprendizaje) reutilizables como elementos básicos para la construcción de itinerarios que permiten la personalización del proceso de aprendizaje en función de las características especiales de cada curso y de cada perfil de estudiante. El objetivo es describir las características deseadas de tal plataforma y las problemáticas que se presentan cuando se integran diferentes tecnologías, especialmente el salto existente entre las definiciones de metadatos proporcionadas por los estándares de marcado de objetos de aprendizaje, y la aplicación de un modelo de diseño instruccional adecuado a este nuevo escenario. La plataforma propuesta apuesta por el uso del estándar SCORM y, por extensión, del estándar LOM para el marcado de los objetos de aprendizaje, teniendo en cuenta que el objetivo central es el seguimiento del proceso de aprendizaje y la personalización del mismo.

Palabras clave: Learning objects, personalización, SCORM, LOM, diseño instruccional, patrones de navegación

1. Introducción

Una de las prestaciones más importantes que debe ofrecer la utilización de un entorno virtual para el aprendizaje a distancia es la personalización del proceso de aprendizaje. Dicha personalización debe permitir la adaptación de todos los aspectos relativos al proceso de aprendizaje, especialmente aquellos relacionados con la planificación temporal y la gestión de contenidos, a las necesidades del estudiante, así como a sus preferencias particulares. Para ello es necesario determinar qué factores son determinantes dentro del proceso de diseño de un itinerario formativo para que la adaptación del aprendizaje sea adecuada y ofrezca a los estudiantes la posibilidad de mejorar su rendimiento y nivel de satisfacción.

El uso de objetos de aprendizaje (OA) reutilizables es claramente una herramienta poderosa para el diseño de procesos de aprendizaje que contemplen la personalización, siempre y cuando se tengan en cuenta una serie de cuestiones importantes que afectan a decisiones que hay que tomar al seleccionar la plataforma, ya que ésta deberá integrar dichos OA en un entorno virtual de aprendizaje. Aunque la definición de objeto

de aprendizaje es muy amplia [1], en este artículo se utilizará el término OA para definir contenidos digitales marcados de acuerdo con algún estándar como por ejemplo LOM [2], una vez estos contenidos están integrados en un entorno que permite su indexación y recuperación con el objetivo de reducir el salto entre la información definida por los estándares (LOM en este caso) y la necesaria para poder usar el OA en un escenario real como una plataforma de e-learning, por ejemplo.

Uno de los objetivos que persigue el uso de OA es el de la reutilización. Cada OA cubre uno o más objetivos concretos de aprendizaje, de manera que la construcción de cursos más o menos complejos pueda realizarse mediante la combinación de diferentes OA si se sigue una cierta estrategia de aprendizaje. Así pues, el proceso de aprendizaje se encuentra fragmentado en una serie de actividades que el estudiante debe realizar a partir de una pauta preestablecida. Esta fragmentación permite una gran riqueza en forma de un gran número de combinaciones que pueden generarse a partir de todos los OA que constituyen un curso completo. Esto permite generar itinerarios formativos complejos de manera que la estrategia de aprendizaje pueda flexibilizarse. Por ejemplo, un objetivo de aprendizaje puede ser cubierto por uno o más OA, por lo que podrían establecerse categorías en función del enfoque o nivel de profundización, o bien en base a las necesidades del estudiante. De esta manera, un objetivo de aprendizaje puede introducirse mediante un OA, por ejemplo, y en el caso que un proceso de evaluación determine que el estudiante no ha alcanzado los objetivos prefijados con un nivel satisfactorio, un segundo OA con el mismo objetivo de aprendizaje puede usarse como refuerzo. Esta posibilidad de enlazar OA en función de decisiones que se toman de acuerdo con resultados o preferencias de forma dinámica es lo que permite crear estrategias de aprendizaje complejas a partir de otras más sencillas.

El uso de estándares para la estructuración del contenido de los OA es, por lo tanto, una necesidad para asegurar una correcta conexión y compatibilidad entre diferentes OA de manera que sea posible realizar lo expresado con anterioridad. Por lo tanto, es importante asegurar un lenguaje de metadatos común y lo suficientemente amplio y rico para poder expresar toda la información necesaria relativa a todo el proceso de aprendizaje, que deberá ser recogida por el sistema para poder realizar el seguimiento de los estudiantes. De la misma forma, es necesario un sistema basado en reglas para poder expresar las relaciones entre OA y poder construir secuencias o itinerarios de aprendizaje a partir de los mismos. Un reciente trabajo de K. Verbert et al. [3] presenta las problemáticas de la reutilización de OA en un entorno flexible, y las diferentes categorías de contenido, objeto y objeto de aprendizaje que aparecen en la literatura.

Este artículo está estructurado de la manera siguiente: el apartado 2 describe los aspectos pedagógicos a tener en cuenta en el proceso de diseño de las secuencias de aprendizaje o itinerarios. El apartado 3 describe la estructura de la plataforma de e-learning haciendo énfasis en los detalles tecnológicos de la misma y en cómo se cubren las necesidades descritas en el apartado anterior por los estándares de e-learning escogidos. Finalmente, las conclusiones de este artículo y las líneas de trabajo actuales y futuras en este campo se encuentran en el apartado 4.

2. Personalización usando itinerarios

Cuando se habla de personalización, término usado ampliamente [4], es importante definir correctamente los objetivos propuestos, dado que éstos determinan el tipo de acciones a realizar para alcanzar determinadas competencias profesionales. En este artículo se describe en particular el diseño instruccional de cursos (asignaturas) que ocupan un semestre académico dentro de unos estudios universitarios, aunque las ideas presentadas pueden ser válidas también para otro tipo de acciones formativas.

Habitualmente, los estudiantes de una asignatura a través de un entorno virtual disponen de un temario que puede incluir la realización de ciertas actividades de carácter diverso, así como de una planificación temporal que les ayuda a seguir un ritmo de trabajo para alcanzar los objetivos de aprendizaje. El objetivo de la personalización es adaptar este temario y la planificación temporal propuesta a cada estudiante, contemplando diferentes conocimientos previos de la materia, distintos niveles y necesidades de profundización, así como diferentes estilos de aprendizaje.

El diseño instruccional tiene ante sí el reto de hacer de la información y su forma de presentación un objeto para el sujeto estudiante que le resulte una herramienta para aprender. En este sentido, tal y como M.E. Chan [5] afirma que el OA, por su contenido y su forma, posibilita el vínculo entre el sujeto y la acción que le requiere determinado conocimiento. El diseño educativo supone la elección, creación y ubicación del objeto en un espacio como interfase entre el sujeto y algún tipo de acción. Así pues, bajo este punto de vista, los OA son unidades de información digitalizadas, clasificadas y distribuidas a través de sistemas que los hacen accesibles para distintos tipos de usuarios, por lo que nos encontraríamos ante la posibilidad de personalizar el aprendizaje. El diseño instruccional tiene dos funciones fundamentales al hablar de OA: externa al objeto, articulando diversos objetos en un programa o un curso; y interna del objeto, como guía para las acciones ejecutables dentro del propio objeto. La síntesis informativa practicada de manera regular supone un problema para el desarrollo de materiales de aprendizaje: pensar en OA obliga a recortar y justificar cada unidad en diversos contextos de uso. No obstante, éste sería el verdadero camino a recorrer para alcanzar la personalización.

2.1. Separación entre itinerarios y OA

Un punto importante es cómo definir todo este tipo de relaciones que aparecen en el momento de diseñar uno o más itinerarios sin afectar a los propios OA, ya que éstos pueden ser usados en otros entornos sin que por ello sea necesario conocer detalles de cada contexto donde deban operar dichos OA. Para ello es necesario realizar una abstracción del concepto de itinerario y ponerlo a un nivel superior del concepto de OA, de manera que la información sensible relativa a la personalización, entendida como adaptación de los itinerarios a las capacidades y/o necesidades de cada estudiante, no se encuentre integrada en cada OA, sino que sea compartida entre todos los OA a un nivel superior. El uso de estructuras de descripción de recursos (Resource Description Framework o RDF, esquema común u ontología que describe los recursos educativos a intercambiar) permite esta separación de niveles y dota de significado a los documentos en formato XML (eXtensible Markup Language) [6] que describen los itinerarios.

La administración de los OA guarda mucha relación con el diseño instruccional, pero sin embargo, el estándar de la IEEE en sus recomendaciones de metadatos (es decir, LOM) no deja claro cómo etiquetarlos de acuerdo a su uso y su relación con las metodologías de aprendizaje. Es por este motivo que, antes de avanzar en este sentido, sea necesario definir con más detalle los conceptos de itinerario (formativo), objeto de aprendizaje, personalización y individualización del aprendizaje; la concreción de dichos conceptos es de gran ayuda para matizar los contextos, las interrelaciones entre los OA y los individuos, así como las acciones, efectos y resultados que se hayan predeterminado.

Es importante destacar en este punto que la plataforma que se propone a continuación no persigue una individualización completa del proceso de aprendizaje, sino más bien una personalización con un nivel de detalle no orientado al estudiante sino a su tipología, entendiendo que diferentes estudiantes pueden compartir un mismo perfil, unos mismos objetivos y unas mismas necesidades.

3. Plataforma propuesta

El disponer de una plataforma que permita la organización de los contenidos en un grafo que incluya una semántica para la descripción de los itinerarios es también interesante desde el punto de vista del seguimiento y monitorización del proceso de aprendizaje por parte del equipo de profesores. Todas las decisiones tomadas tanto por los usuarios del entorno virtual de aprendizaje como por el sistema de reglas que se extrae de la ejecución del *runtime* SCORM pueden ser registradas y analizadas posteriormente con el objetivo de detectar posibles errores, necesidades y comportamientos de los usuarios. La utilización de herramientas provenientes del campo del análisis estadístico y de la minería de datos puede ser útil para descubrir relaciones entre variables ocultas no evidentes, así como patrones de navegación que siguen los usuarios al estudiar un curso estructurado según la arquitectura planteada, permitiendo un análisis cuantitativo del uso real de las posibilidades de personalización que ofrece la plataforma, de forma parecida a como se describe en [7].

Un entorno virtual de aprendizaje que permita la gestión y distribución de OA que puedan personalizarse tiene que tener características y funcionalidades que hagan posible que los estudiantes puedan ser partícipes de su propio proceso de aprendizaje; la participación activa del sujeto en los diferentes procesos de captación, selección y organización de las diferentes informaciones que le llegan de los OA dan lugar a la construcción de un conocimiento activo y no a una mera adquisición. Dicha actividad del estudiante tiene que ser una actividad orientada y organizada a través del diseño instruccional y correspondería también a intereses personales y no sólo al diseño curricular de la asignatura o del curso. Tal y como señala Wiley [1], “estos entornos y plataformas ayudarían al formador/a a organizar y estructurar el material de acuerdo con constructos pedagógicos”. Si se siguen las recomendaciones de Wiley, se puede ver que algunos expertos han hecho intentos por clasificar los OA [8], o de estudiar las limitaciones del uso de estándares como LOM [9]. El primero correspondería al intento de determinar una taxonomía que clasifica a los OA en función de las posibles combinaciones que se puede hacer con ellos y sus características en términos de número de elementos, reusa-

bilidad y grado de dependencia. Y otro intento sería el de clasificarlos en función de su uso pedagógico, de acuerdo a las categorías siguientes: objetos de Instrucción, objetos de Colaboración, objetos de Práctica, y objetos de Evaluación, tal y como se describe en el trabajo de L. Álvarez [10].

Son conocidas las dudas que el estándar SCORM y más concretamente LOM ha generado en la comunidad de educadores y pedagogos debido al enfoque general del mismo. Tal y como detalla J. Sarsa [11], “La caracterización de contenidos u objetos de aprendizaje mediante metadatos es siempre positiva. Sin embargo, para el profesorado, que es quien a menudo construye dichos objetos, el esfuerzo sólo es rentable si está muchos órdenes de magnitud por debajo de la construcción de los propios materiales. El modelo LOM de metadatos es ampliamente aceptado y adoptado, pero no ofrece concreción alguna al profesorado, puesto que todos sus campos son de definición opcional. La especificación SCORM, que ha adoptado LOM, sí que propone un conjunto reducido y obligatorio de metadatos, dejando el resto como opcionales, aunque este subconjunto no está específicamente dirigido al profesorado”. No obstante, el estándar SCORM ha sido escogido como base de la plataforma propuesta en este trabajo debido, básicamente, a las posibilidades de personalización que permite, tal y como se describe en el siguiente apartado.

3.1. El estándar SCORM

El conjunto de estándares y recomendaciones que constituyen SCORM (Sharable Content Object Reference Model) en su versión 1.3 (llamada SCORM 2004) [12] describen un sistema suficientemente rico como para permitir llevar a cabo el propósito del análisis y mejora mediante la adaptación del proceso de aprendizaje propuesto en este artículo. SCORM permite cubrir con suficientes garantías los aspectos siguientes: descripción de los contenidos; empaquetamiento y organización de los contenidos; presentación y secuenciación de los contenidos; y, por último, seguimiento del proceso de aprendizaje.

En lo referente a la descripción de los contenidos, SCORM propone para ello el estándar de IEEE llamado LOM (Learning Object and Metadata) [2]. Es importante destacar que no todos los contenidos descritos con metadatos LOM pueden ser considerados OA reutilizables, ya que la fórmula “contenido más metadatos igual a objeto de aprendizaje” sólo es aplicable si el contenido cumple con lo descrito en el apartado 2. El uso de LOM para describir contenidos que no son OA es perfectamente justificable en beneficio del almacenamiento, publicación, distribución y reutilización de OA. Así, por ejemplo, una imagen con derechos de autor que constituye un recurso usado dentro de un OA debe poder ser descrita con metadatos que especifiquen esos derechos y que permitan una correcta gestión de su reutilización, almacenamiento y distribución. Es por ello que en los documentos SCORM no se habla de OA sino de *assets*, piezas de contenido de cualquier formato que pueden ser presentadas mediante un navegador web; de SCO's (Sharable Content Object), conjunto de *assets* sobre los que se pueden obtener datos de seguimiento; y agregaciones de contenido, agrupaciones de *assets* y/o SCO's, formando una unidad autónoma mayor. Buena parte de los metadatos descritos en LOM se refieren a aspectos necesarios para la gestión de la distribución, almacenamiento y reutilización de contenidos, aunque también hay una parte de metadatos útiles

para la categorización y descripción de OA. Se percibe la necesidad de más concreción y detalle en lo referente a estos aspectos pero no es menos cierto que el término de OA es aún reciente y la evolución del mismo marcará sin duda el crecimiento y consolidación de los metadatos necesarios para describir dichos contenidos. Se considera por ello muy importante conocer todos los estudios y diversas alternativas a las descripciones LOM que conciernen a OA y la comparación y análisis de lo que aporta y no aporta cada una de las alternativas. En todo caso, las posibilidades que ofrece LOM para definir estructuras semánticas mediante RDF (la especificación para representación de descripciones semánticas más generalizada hoy en día) y el conjunto de metadatos LOM específicamente dedicados a aspectos educativos y de clasificación, constituyen suficientes argumentos para los propósitos de esta plataforma a corto y medio plazo.

Un aspecto que si que es de vital importancia para la plataforma es la presentación y secuenciación de contenidos. La secuenciación es la forma en que un estudiante puede interaccionar con un contenido en cada momento del proceso de aprendizaje. Así pues, podríamos definir un tipo de secuenciación donde el estudiante pudiese acceder a cualquier OA de un curso, u otro tipo de secuenciación donde el estudiante sólo pudiera acceder a un OA si ha adquirido de forma satisfactoria los conocimientos de los OA previamente estudiados. Uno de los objetivos de la plataforma es definir y cambiar las secuenciaciones asociadas a un conjunto de LO's a partir del análisis de los datos recogidos en la monitorización del proceso de aprendizaje de los estudiantes. SCORM propone para definir la secuenciación la recomendación de IMS llamada *Simple Sequencing*. El último aspecto en el que incide SCORM es en lo referente al seguimiento del proceso de aprendizaje del estudiante. SCORM propone el modelo de datos CMI de AICC como base para almacenar datos de seguimiento del aprendizaje del estudiante. Este modelo es suficientemente extenso para los propósitos de la plataforma propuesta y goza de mucha aceptación en la industria y en especial en lo concerniente a soluciones e-learning para la formación a empresas. Las plataformas de e-learning que implementan esta recomendación disponen del componente llamado SCORM Run-Time Environment que hace tecnológicamente posible la obtención de los datos de seguimiento del proceso de aprendizaje. Los datos obtenidos mediante seguimiento son una de las fuentes de análisis para la personalización basada en itinerarios.

3.2. Arquitectura de la plataforma

La figura 1 muestra el diagrama de módulos que componen la plataforma de e-learning propuesta y el ciclo de reutilización de la información que se genera durante el uso de la misma por parte de los usuarios, en este caso los estudiantes que toman parte de los cursos.

La idea básica de funcionamiento de la plataforma, desde el punto de vista del uso que le da el equipo docente, es la siguiente: siguiendo el proceso definido por el diseño instruccional, el equipo docente diseña un conjunto de recursos docentes y actividades que serán dispuestos de acuerdo con una planificación temporal y un calendario, dependiendo de la duración del curso y los objetivos del mismo. Estos recursos docentes son en realidad OA que utilizan un estándar (LOM en este caso) para la descripción de los metadatos necesarios para su inclusión en la plataforma de e-learning, haciendo énfasis en aquella información sensible a la personalización y a la reutilización.

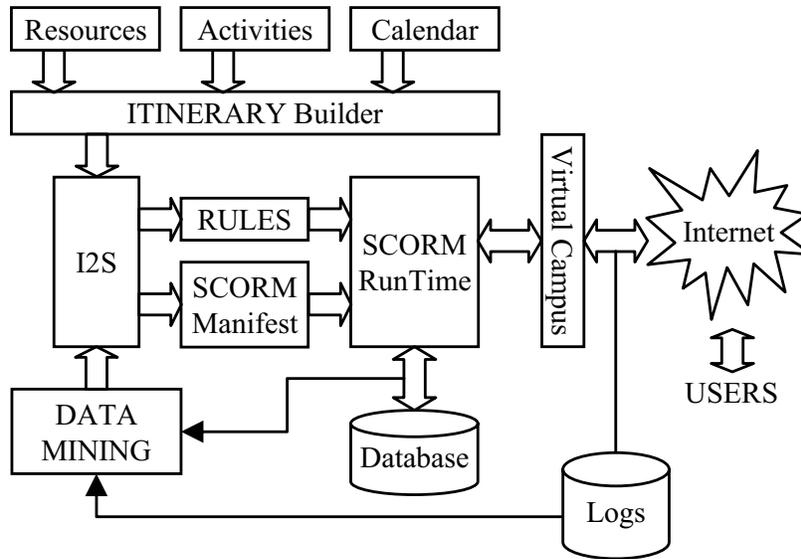


Figura 1. Plataforma de e-learning.

A partir de la combinación de los OA y las restricciones del calendario y la planificación, se construyen uno o más itinerarios posibles teniendo en cuenta todos los factores que influyen en este proceso de diseño: disponibilidad de distintos OA para alcanzar el mismo objetivo docente, restricciones de precedencia y concurrencia causadas por las relaciones entre OA, etc. De esto se encarga el módulo *ITINERARY Builder*, que utiliza el lenguaje XML como herramienta básica para la arquitectura de la información, construyendo un documento RDF que describe las relaciones entre OA necesarias para describir los itinerarios formativos. Estos itinerarios son posteriormente convertidos a un formato válido para una plataforma de e-learning basada en el estándar SCORM [12] a través del módulo *I2S*, que genera un documento *Manifest* y un sistema de reglas de secuenciación que gestionan todas las posibilidades de interacción entre las acciones de los usuarios, las restricciones impuestas por los itinerarios disponibles y el seguimiento que se hace del curso en cuestión.

Este seguimiento en tiempo real es factible dado que todas las acciones realizadas por los usuarios del sistema son registradas, ya sea a través de los ficheros de log de los servidores web del entorno virtual, o por la propia base de datos que utiliza el módulo *runtime* del estándar SCORM para almacenar los eventos que se producen durante el uso de los componentes del sistema. Toda esta información es recogida y analizada por un módulo que, usando el conocimiento almacenado previamente y el know-how del equipo de diseñadores instruccionales y del equipo docente, permite también, a posteriori, la extracción de los patrones de navegación más relevantes, para intentar de-

terminar qué estrategias y itinerarios han sido los más provechosos, así como detectar posibles problemas.

3.3. Criterios de diseño de los OA reutilizables

Desafortunadamente, no existe una teoría universal que dé soporte a los OA reutilizables. Existen, pero, diferentes metodologías ad-hoc que cubren necesidades propias de cada contexto, como por ejemplo [13]. Para asegurar el éxito en el diseño de los OA sería necesario establecer una analogía con el paradigma de programación orientada al objeto, concretamente con el avance que supuso respecto a la programación estructurada. Más que definir un conjunto de metadatos ortogonal y completo, sería importante disponer de unas herramientas que pudieran extender el concepto o idea descrito como OA para ser usado en diferentes entornos. Estas herramientas serían el equivalente de las de la programación orientada al objeto, es decir, la herencia, el polimorfismo, etc. No obstante, sí que es posible plantearse una metodología que, aún siendo también una solución ad-hoc, sirva para poder definir un conjunto de OA que sean realmente reutilizables. Es importante que esta metodología permita no tan solo definir un lenguaje de metadatos sino también que simplifique la reutilización de contenidos docentes ya existentes. En el caso concreto que ocupa este proyecto, la reutilización viene dada por el concepto de itinerario, por lo que es importante identificar las necesidades reales de reutilización y establecer el grado de atomismo de los OA, a partir de las experiencias previas en forma de los recursos docentes de los que se dispone en la actualidad. En resumen, todo lo que es específico del contexto (personalización, seguimiento, etc.) ha de formar parte del conjunto de metadatos, mientras que el resto debería ser especificado y/o generalizado mediante mecanismos equivalentes a los de la programación orientada al objeto, tal y como se describe en [14].

3.4. Aspectos de privacidad

Es importante destacar que el uso de un sistema de monitorización continuo no debe verse como una amenaza de su privacidad [15] por parte de los usuarios del sistema, sino más como una parte importante de un entorno virtual de e-learning que permite la personalización. El primer hecho es que los usuarios del sistema deben conocer la existencia de semejante mecanismo de monitorización. Toda la información sensible de los patrones de navegación de los usuarios (qué partes del sistema visita y cuales no, cuanto tiempo dedica a cada actividad, los resultados obtenidos para cada actividad, etc.) sólo es usada para tomar decisiones relativas a los itinerarios disponibles. Además, toda la información sensible de los usuarios (nombre, dirección, etc.) no es usada de ningún modo por el módulo de minería de datos, por lo que el análisis se realiza siempre de forma anónima. Por otra parte, los estudiantes conocen la existencia de la herramienta y se entiende como parte habitual de la recogida de datos que realiza cualquier equipo docente sobre el conjunto de estudiantes que toma parte de un curso. De la misma forma, la personalización no debe verse como algo intrusivo, sino como una herramienta de ayuda con el objetivo de mejorar el uso del sistema, en este caso la plataforma de e-learning, de manera que es el usuario quien en todo momento tiene el control y puede, en un momento dado, hacer caso omiso de las recomendaciones

del mismo. Evidentemente, el grado de libertad del usuario dentro de un curso queda preñado con anterioridad en base a los criterios que el proceso de diseño instruccional determine para dicho curso. Y por supuesto, es necesario considerar también todos los aspectos relativos a la usabilidad [16] del sistema de recomendaciones de manera que los estudiantes puedan hacer un uso satisfactorio del mismo, de manera que se integre de forma completa con las otras herramientas que ofrece la plataforma.

4. Discusión

En este artículo se ha presentado el diseño de una plataforma que permite la integración de objetos de aprendizaje en itinerarios diseñados de acuerdo con unos criterios de personalización que incluyen aspectos relativos al usuario y al proceso de diseño instruccional. Aunque actualmente sólo se dispone de parte de los módulos descritos en el apartado 3.2, se está trabajando en la definición de una metodología de marcado de los OA y de los datos de seguimiento del proceso de aprendizaje. Resultados preliminares obtenidos al analizar los patrones de navegación de los estudiantes del campus virtual de la Universitat Oberta de Catalunya muestran que existen al menos tres tipologías de estudiantes que deberían tomarse en cuenta a la hora de diseñar itinerarios formativos: estudiantes que se conectan día a día, y que siguen las actividades propuestas por el profesorado, tanto obligatorias como voluntarias; estudiantes que se conectan los fines de semana, y sólo realizan las actividades obligatorias; y estudiantes que sólo se conectan para realizar las actividades obligatorias en los plazos establecidos. A partir de esta información, el propósito de la plataforma es poder facilitar que existan tres itinerarios que reflejen estas tres tipologías, y que puedan preestablecerse de antemano mediante el proceso de diseño instruccional. El estándar SCORM en su versión más reciente, que engloba partes de otros estándares de e-learning como algunas de las recomendaciones de IMS o el estándar LOM, permite plantearse una plataforma como la propuesta con suficientes garantías tecnológicas. Toma en este punto especial importancia la utilización de XML como lenguaje de descripción común a todos los estándares y el uso de RDF (también basado en XML) para poder expresar los conceptos necesarios de personalización e itinerarios. XML es un formato asombrosamente moldeable y transformable. Esto implica que todos los datos hoy basados en SCORM podrían ser fácilmente transportables a futuras adaptaciones o ampliaciones del propio SCORM o de otros competidores sin excesiva complejidad ni coste. Hoy en día se puede discutir, y es necesario hacerlo, sobre la forma, tamaño, obligatoriedad, complejidad idoneidad, etc., de un determinado estándar para el e-learning, pero afortunadamente existe un consenso total en el hecho de que dicho estándar debería ser representado mediante XML o, lo que es lo mismo, fácilmente transformable a las propuestas de otros investigadores.

Como líneas de investigación actuales y futuras que aparecen en este trabajo, se pueden destacar las siguientes. Por ejemplo, existe una necesidad de definición de las herramientas de minería de datos que son necesarias para la extracción de los patrones de navegación y de la definición de las variables o eventos que se consideraran relevantes para el proceso de personalización. También es necesario estudiar los aspectos de diseño de las interfaces de usuario que permitan integrar de manera no intrusiva el sistema de recomendaciones propuesto por la plataforma. Finalmente, otro de los puntos

interesantes que es necesario introducir en este proyecto y que actualmente está bajo consideración es la integración entre navegación o uso online del sistema y la posibilidad de que el usuario realice parte de esta actividad de manera off-line. Es necesario, por lo tanto, definir un sistema de sincronización que recoja la información local del usuario off-line y la combine con la información de la base de datos que mantiene el estado del sistema. La utilización de agentes software móviles es una posibilidad interesante.

Agradecimientos

Este trabajo ha estado parcialmente financiado por el MCYT y los fondos FEDER mediante el proyecto TIC2003-08604-C04-04 MULTIMARK.

Referencias

1. Wiley, D.A.: The Instructional Use of Learning Objects. Agency for Instructional Technology (2002)
2. IEEE: WG12: Learning Object Metadata. <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html> (2002)
3. Verbert, K., Duval, E.: Towards a global architecture for learning objects: a comparative analysis of learning object content models. In: Proceedings of the ED-MEDIA 2004 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, AACE, AA-CE (2004) 202–208
4. Riecken, D.: Personalized views of personalization. *Communications of the ACM* **43** (2000) 27–28
5. Chan, M.E.: Conceptualización de materiales multimedia. In: Fundamentos del diseño instruccional con e-learning. Universitat Oberta de Catalunya (2003)
6. W3C: Xml specification. <http://www.w3.org/XML> (1996-2003)
7. Srivastava, J., Cooley, R., Deshpande, M., Tan, P.N.: Web usage mining: discovery and applications of usage patterns from web data. In: ACM SIGKDD Explorations. Volume 1(2). (2000) 12–23
8. Mortimer, L.: A field guide to learning objects, ASTD and SmartForce. <http://www.learningcircuits.org/2002/jul2002> (2002)
9. Neven, F., Duval, E.: Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories. In: Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia, ACM Press (2002) 291–294
10. Álvarez, L.A.: Objetos de aprendizaje, sistemas de base de datos multimediales y repositorios. Technical report, Universidad Austral de Chile (2003)
11. Sarsa, J., Gracia, L.: Caracterización de contenidos de e-learning mediante un subconjunto reducido y racional de metadatos. In: Ponencias del congreso Virtual Educa 2004, Barcelona, España (2004)
12. ADL: Sharable Content Object Reference Model (SCORM) overview. <http://www.adlnet.org/index.cfm?fuseaction=scormabt> (2004)
13. DCMI: Dublin core metadata initiative (1995)
14. Polsani, P.R.: Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information* **3** (2003)
15. Clifton, C., Estivill-Castro, V., eds.: Proc. of the ICDM 2002, Workshop on Privacy, Security and Data Mining. In Clifton, C., Estivill-Castro, V., eds.: IEEE ICDM Workshop on Privacy, Security and Data Mining. Volume 14., Maebashi City, Japan, ACS (2002)
16. Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., R.Beale: Human-Computer Interaction. Prentice Hall, Hillsdale, NJ (1998)