

# Aplicación de Estándares de e-Learning a Videojuegos Educativos

Ángel del Blanco, Pablo Moreno-Ger, Javier Torrente, Baltasar Fernández-Manjón  
Dpto. De Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial, Universidad Complutense de Madrid  
{adelbla, pablom, jtorrente, balta}@fdi.ucm.es

**Resumen**—La popularización de los Entornos Virtuales de Enseñanza (EVE) en los últimos años ha dado lugar a múltiples procesos de estandarización con el objetivo de facilitar la interoperabilidad y posible reutilización de contenido, salvaguardando de este modo inversiones realizadas. Por otro lado, a medida que los juegos digitales se perfilan como un nuevo recurso educativo de gran potencial, surge el reto de realizar su diseño con compatibilidad con dichos estándares. En este trabajo se describe como se han introducido un conjunto de estándares de e-Learning en la plataforma de creación de videojuegos educativos <e-Adventure> con el ánimo de facilitar su integración en distintos entornos educativos.

**Palabras clave** – estándares educativos; aprendizaje basado en juegos; e-Adventure;

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de Internet como medio de distribución e intercambio de contenidos educativos ha revolucionado el concepto del aprendizaje asistido por ordenador (*Computer-Assisted Instruction* en inglés). El uso de los Entornos Virtuales de Enseñanza (EVE) como elementos de gestión de la experiencia educativa es una clara prueba de este suceso. La integración de contenidos educativos en distintos sistemas no es nueva y está ligada a la expansión de la utilización de contenidos digitales tanto en la industria como en instituciones educativas. Existe un amplio abanico de contenidos destinados a la formación, tales como documentos HTML, hipermedia, videos, transparencias, etc. Actualmente los juegos se plantean como un buen complemento a la formación tradicional ya que poseen características pedagógicas interesantes. Presentan mundos inmersivos en los que se plantean retos de elevada dificultad y contienen determinados elementos lúdicos que aumentan la motivación del alumnado. Además, las simulaciones basadas en juegos (sistemas que simulan un entorno real y que implementan mecánicas de juego) son buenas herramientas para el aprendizaje de conocimiento procedimental y permiten anticipar al alumno a entornos de trabajo futuros con un alto nivel de realismo. Unido a esto, la alta interactividad que presentan este tipo de contenidos permite realizar tareas de evaluación de la actividad mucho más precisas, así como modificar la experiencia educativa planteada en el juego para amoldarse a las particularidades de cada alumno.

El incremento del uso de contenidos digitales fue el motivo por el cual determinadas organizaciones comenzaron a trabajar para encontrar patrones o guías que unifiquen su

distribución y forma de ejecución en la mayor gama de sistemas. Es decir, la creación de estándares en e-Learning como base para la expansión del uso de los contenidos. Hoy en día encontramos multitud de estándares y especificaciones que abogan por la interoperabilidad de los contenidos educativos, y los esfuerzos de estandarización continúan activos debido a que quedan problemas por resolver. Tal es el volumen de enfoques que la ausencia de consenso generalizado ha llegado a convertirse en un problema a la hora de integrar material educativo en los Entornos Virtuales de Enseñanza. Por otra parte, también ha surgido un cierto interés, de momento minoritario pero en constante aumento, sobre el potencial que presenta la integración activa de material interactivo en EVE en términos de evaluación de la experiencia de aprendizaje así como de aprendizaje adaptativo. En este sentido algunas especificaciones, como ADL SCORM o IMS Learning Design, incluyen diversos mecanismos sobre los que se pueden construir estrategias tanto de evaluación como de adaptación del aprendizaje del alumno [1].

Por otro lado, <e-Adventure> es una plataforma de creación de videojuegos educativos que trata de paliar los problemas que dificultan la integración de estos contenidos en ámbitos académicos. Estos son, principalmente, el elevado coste de desarrollo y las dificultades técnicas derivadas de su creación y utilización. Además, uno de los objetivos de esta iniciativa es implicar a profesores y expertos en la creación de videojuegos, para alcanzar de esta manera un valor técnico y pedagógico real. La plataforma permite incluir un conjunto de características con propósito específicamente educativo que aumente el interés entre los docentes. Entre ellas, la evaluación automática y la adaptación del juego en función de las características del alumno tienen especial repercusión en el ámbito del e-Learning. Otra característica relevante de la plataforma es que implementa determinados estándares educativos para permitir distribuir los juegos creados como Objetos de Aprendizaje (OA) [2] en diferentes plataformas de e-Learning. De esta manera se automatizan y ocultan los detalles tecnológicos para que el creador del juego no tenga que conocer en profundidad cada uno de los estándares. Así se pueden generar varias versiones de un mismo juego e integrarlo en distintos EVE de una manera sencilla.

En este trabajo se presenta cómo se han introducido en <e-Adventure> los estándares que abordan el empaquetamiento, etiquetado y comunicación de datos de los OA. Además se muestra determinadas modificaciones de los mismos para poder desplegar juegos en EVE con particularidades

específicas (LAMS) y en repositorios de contenidos (AGREGA).

## II. LOS ENTORNOS VIRTUALES DE ENSEÑANZA

Un factor esencial en el crecimiento de la popularidad de los sistemas de e-Learning es la posibilidad de ejecutar contenidos educativos en cualquier momento y lugar a través de la Web. En un primer momento estos sistemas funcionaban como meros repositorios de contenidos. Hoy en día han evolucionado para convertirse en herramientas más complejas que pretenden gestionar la experiencia educativa de forma integral, por lo que pasaron a denominarse Sistemas de Gestión del Aprendizaje o Entornos Virtuales de Enseñanza. Ejemplos conocidos de estos sistemas son *Moodle*, *LRN* o *Sakai*.

Sin embargo, el uso de EVE como elementos centrales en e-Learning no solo tiene ventajas. También se encuentran problemas relacionados con la reutilización de los contenidos en diversos escenarios pedagógicos y en distintas plataformas y el coste de desarrollo y esfuerzo derivado de la creación de cursos educativos. Para crear contenidos educativos de calidad se necesita aunar los esfuerzos de especialistas en tecnología, pedagogía y en la materia en concreto que se pretende explicar. Parece fundamental entonces encontrar una forma de aprovechar los esfuerzos previos realizados, evitando en la mayor medida posible que se pierdan por cambios en las tecnologías o por migraciones entre distintas plataformas.

En este contexto aparece el modelo de Objetos de Aprendizaje (OA) [3] con el propósito de normalizar la creación de contenidos educativos de manera que se puedan reutilizar, mantener y ejecutar en las distintas plataformas. De esta manera, los OA se consideran unidades de aprendizaje completas e independientes de forma que se puedan combinar para la creación de cursos más complejos. Diversas organizaciones relacionadas con e-Learning, como *IMS Global Learning Consortium*<sup>1</sup> o *Advanced Distributed Learning*<sup>2</sup>, trabajan para definir estándares y especificaciones que faciliten la interoperabilidad de los OA. Para ello tratan de abordar distintos factores clave a la hora de crear e integrar contenidos educativos en EVE (etiquetado, comunicación, empaquetamiento, diseño de secuencias de contenidos, etc.).

Los OA llevan un conjunto de metadatos asociados para añadir información extra con el objetivo de facilitar su almacenamiento, búsqueda y recuperación para un posible re-uso. El estándar IEEE Learning Object Metadata (LOM) [4] determina qué datos son relevantes para describir un OA. Define un amplio rango de características de los OA organizadas en distintas categorías. Actualmente existen multitud de perfiles de aplicación LOM que particularizan el estándar según los requisitos de sistemas educativos concretos, escogiendo un subconjunto de los campos LOM, ampliándolo con algún campo en concreto, modificando los vocabularios que soporta, etc. Por ejemplo, CanCore [5] da una descripción más detallada y precisa para un subconjunto de campos LOM para el sistema canadiense, UK LOM Core [6] lo hace para el sistema inglés y LOM-ES [7] para el español.

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

<sup>2</sup> <http://www.adlnet.org>

En cuanto a empaquetamiento, la especificación IMS Content Packaging (IMS CP) [8] ofrece una forma de encapsular los OA como un fichero zip en el que se agrupan todos los recursos utilizados. Estos paquetes poseen un fichero conocido como “manifiesto” en el cual se refleja la estructura de los recursos, permitiendo definir de forma opcional el orden de ejecución. Además se definen los metadatos al principio del manifiesto para etiquetar el paquete en sí, y/o asignarlos a cada uno de los recursos. A su vez se pueden definir sub-manifiestos, presentando una amplia flexibilidad a la estructuración de los contenidos.

IMS Global Consortium da un conjunto de guías para el diseño de secuencias de aprendizaje en su especificación Learning Design (IMS LD) [9] Tomando como elementos básicos los paquetes IMS CP, permite definir flujos de secuencia en función de sus salidas.

La AICC definió una especificación para la interoperabilidad de contenidos conocida como CMI [10]. En ella se abordan dos aspectos clave a la hora de definir la comunicación entre los OA y los EVE: protocolos de comunicación y un modelo de datos común para intercambiar información. Con ello proporcionan una API a los desarrolladores de contenidos y EVE para que puedan dar soporte a dicha comunicación. Además dan un significado específico a los campos de la estructura común de intercambio de información para intentar cubrir todos los aspectos que pueden ser relevantes. Por ejemplo el nombre del usuario, la calificación de la actividad, si se ha completado o no, información relativa a los intentos, etc.

Por su parte, ADL define un modelo de referencia de objetos de contenido compartido [11] (SCORM en inglés) consistente en un perfil de aplicación que congrega algunas de las especificaciones y estándares de e-Learning. SCORM utiliza IMS CP para el empaquetamiento, LOM para el etiquetado de sus recursos, “*IEEE ECMA Script API for Content to Runtime Services Communication*” [12] para realizar la comunicación con el EVE y “*IEEE Draft Standard for Data Model for Content Object Communication*” [13] para definir el modelo de datos de intercambio de información, e *IMS Simple Sequencing* [14] para la definición de distintas secuencias de contenidos en función de la actividad registrada en su ejecución. Actualmente coexisten diversas versiones de SCORM. Dentro de esta variedad de versiones, SCORM 1.2 y SCORM 2004 son las que tienen actualmente un alto nivel de aceptación, sobre todo en el ámbito industrial.

LAMS (*Learning Activity Management System*) es un EVE de libre distribución desarrollada en colaboración por diversos organismos bajo el amparo de la universidad Macquarie University de Sydney, Australia. LAMS permite el diseño de contenidos educativos colaborativos mediante la creación de secuencias de actividades basándose en la especificación Learning Design de IMS [15]. Una vez creadas, LAMS da soporte a la ejecución y seguimiento de la interacción del usuario con la actividad. Basándose en LD, permite añadir contenidos a las secuencias como IMS CP. La comunicación entre el contenido y el sistema depende de la aproximación que mejor se adecue a las particularidades de cada contenido.

Uno de los objetivos asociados a la idea de OA es la reutilización y acceso a contenidos educativos. Con ese propósito, han surgido repositorios de contenidos educativos tales como MERLOT, CAREO o POOL [16]. En el marco del sistema educativo español, encontramos la iniciativa de la entidad pública empresarial Red.es conocida como AGREGA [17] como el repositorio con mayor impacto.

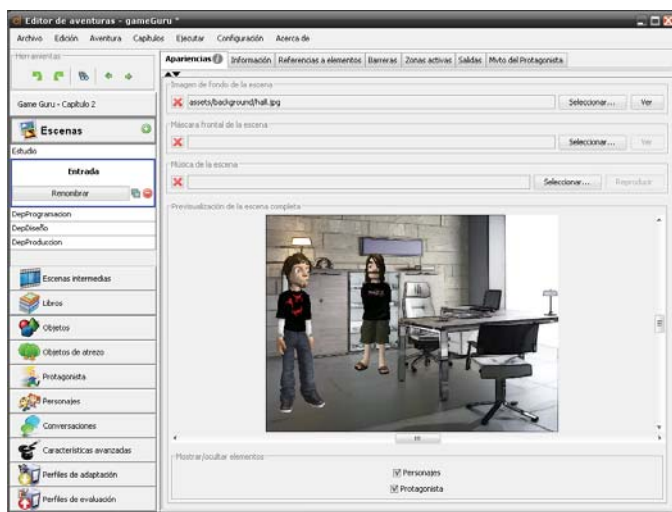


Figura 1. Editor de <e-Adventure>

AGREGA no es un repositorio en sí, sino que engloba un conjunto de repositorios de OA a nivel autonómico y nacional con contenidos destinados a la enseñanza no universitaria con el objetivo de promover su uso en colegios e institutos. Los contenidos almacenados pueden utilizar IMS CP y cualquiera de las dos versiones más extendidas de SCORM (1.2 y 2004), con la particularidad de estar etiquetados siguiendo el perfil de aplicación LOM-ES.

### III. CREACIÓN DE JUEGOS COMO OBJETOS DE APRENDIZAJE

<e-Adventure> es una herramienta de autoría de juegos educativos a bajo coste (ver Figura 1), que no requiere conocimientos técnicos ni de programación, y que está orientada a introducir a profesores en el proceso de desarrollo [18]. Esta plataforma permite añadir un conjunto de características educativas aprovechando la alta interactividad de los videojuegos, así como realizar un seguimiento detallado del progreso del alumno o modificar la experiencia de juego amoldándose a las sus características concretas. Ambos procesos se pueden realizar en modo sin conexión (offline). <e-Adventure> permite modificar su flujo de juego definiendo un estado inicial que se puede cambiar para un mismo juego, permitiendo particularizarlo a distintos tipos de alumnos [19]. Además, la información de evaluación extraída de la actividad del alumno puede recopilarse en un informe que se puede guardar en el disco o enviar por correo electrónico a la cuenta que elija el autor del juego. Para ampliar y refinar las posibilidades de ambos mecanismos, es necesario que el juego pueda establecer comunicación activa con el EVE [20].

<e-Adventure> permite exportar los juegos como Objetos de Aprendizaje [2]. Para ello se ha implementado un conjunto de estándares y especificaciones de manera que los juegos

puedan ser desplegados a través de cualquier EVE compatible con estándares o para ser guardado en repositorios de OA. Existen distintos perfiles de exportación asociados con los distintos estándares que se implementan (SCORM, IMS CP) y algunos de ellos son específicos para determinados EVE y repositorios de contenidos (LAMS, AGREGA).

El proceso de exportación de los juegos como OA es muy sencillo desde el punto de vista de autoría. Una vez creado el juego, se utiliza el editor de meta-datos de la plataforma en caso de que sea necesario (no es obligatorio). El editor muestra los meta-datos apropiados según el perfil de exportación. Si el juego diseñado no se va a comunicar con el EVE, el proceso termina generando el OA correspondiente.

En caso de que sea necesaria la comunicación, se deben realizar determinadas modificaciones en los perfiles de adaptación y evaluación, ya que es en estos elementos de los juegos donde se concentra el envío y recepción de datos (los perfiles de adaptación reciben datos del EVE como entrada y los de evaluación envían datos al EVE como salida). La configuración consiste en asignar que estándar se utilizará para comunicarse. Para solicitar/enviar información se debe indicar el nombre de las variables si el estándar elegido no dispone de modelo de datos. En caso de que sí disponga (por ejemplo SCORM), aparece una lista desplegable de las partes del modelo a las que puede acceder en función de que se vaya a realizar una operación de lectura o escritura. A la hora de realizar la exportación como OA, el editor de aventuras solicita que coincidan el tipo de estándar seleccionado en los perfiles con el elegido para exportar el juego. El resultado de la exportación es un fichero .ZIP con el juego empaquetado en función de la exportación elegida, listo para integrarse en un EVE o repositorio de contenidos. Abriendo este fichero con un editor de paquetes de contenido, como por ejemplo RELOAD Editor [21], se pueden añadir/modificar meta-datos o cambiar la estructura del paquete.

### IV. IMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTÁNDARES EN <E-ADVENTURE>

Actualmente, la plataforma permite los siguientes perfiles de exportación: SCORM v1.2, SCORM 2004, IMS CP, AGREGA y LAMS.

#### A. Implementación del empaquetamiento: perfiles de exportación <e-Adventure>

**IMS CP:** Los juegos exportados como IMS CP contienen la estructura anteriormente explicada para esta especificación. En primer lugar encontramos los recursos, que en las exportaciones de juegos <e-Adventure> son un fichero .JAR (ejecutable del juego) y un fichero .HTML que se encarga de lanzar el juego como un Java Applet. En el fichero .JAR se encuentran embebidas las librerías que forman el motor de <e-Adventure> así como el contenido que define el juego (un guión XML y el conjunto de recursos artísticos que se utiliza). En segundo lugar se encuentra el fichero de manifiesto, imprescindible en este tipo de paquetes. En él se declara la estructura del contenido y los metadatos. Los OA exportados en la plataforma constan de un curso con un único recurso educativo: el juego.

**SCORM:** Como ya hemos visto, SCORM utiliza IMS CP para el empaquetamiento de sus contenidos. Para realizar la comunicación con el EVE se utiliza un fichero ECMAScript, el cual se añade al paquete de exportación, quedando reflejado también en el manifiesto (ver Fig. 2). La estructura del contenido es la misma que la utilizada en el perfil de exportación IMS CP. Además, los paquetes de contenido SCORM llevan un conjunto de ficheros de control (.XSD y .DTD) para regular las etiquetas del manifiesto que tienen un significado específico para el perfil de aplicación (vocabularios y otras particularidades que añade SCORM al manifiesto). No obstante, quizá la mayor desventaja que

podemos asociar a SCORM es la diversidad de versiones activas de dicha especificación. Existen notables diferencias entre las versiones, tanto en la nomenclatura de la API y del modelo de datos como en el tipo de meta-datos usados. La estructura del manifiesto también varía entre las distintas versiones de SCORM (fundamentalmente por las modificaciones en términos de Navegación y Secuencia SCORM). Además la compatibilidad de distintos EVE con respecto a dichas versiones es dispar. Por ello en <e-Adventure> coexisten las dos versiones de SCORM cuyo uso está más extendido (1.2 y 2004), permitiendo exportar OA compatibles con cada una de ellas.

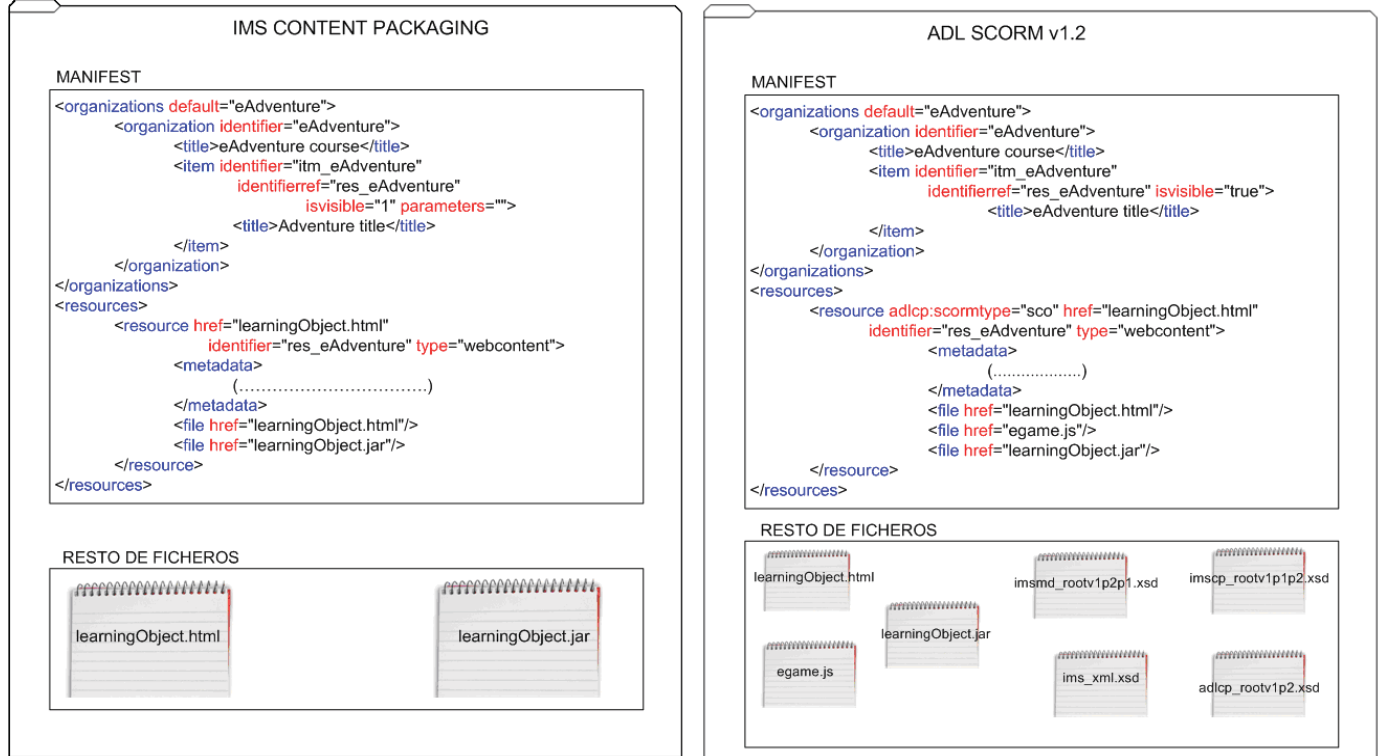


Figura 2. Un mismo juego empaquetado como IMS CP y como SCORM v1.2. Se muestra un fragmento del manifiesto y los ficheros físicos que contiene.

**AGREGA:** El empaquetamiento que genera este perfil es el mismo que el que genera el perfil SCORM 2004. Los metadatos utilizados en el fichero de manifiesto de esta exportación siguen el perfil de aplicación LOM-ES, por lo que también se añaden a estos paquetes los ficheros de control utilizados para soportar los vocabularios y elementos adicionales definidos por el perfil.

**LAMS:** Los juegos exportados usando este perfil de exportación siguen la misma estructura que los exportados como IMS CP. Como esta especificación no define un modelo de datos para la comunicación, en estos paquetes se incluye un fichero XML con la descripción de las variables que cada juego en concreto espera recibir y se dispone a enviar, para que LAMS tenga constancia de ellas. De esta manera permite hacer ramificaciones y definir quien enviará dicha información en el editor de secuencias.

### B. Implementación de la comunicación

La implementación de la comunicación especificada en SCORM se utiliza tanto para los perfiles de exportación SCORM v1.2, 2004 y AGREGA. En el fichero .JS se definen un conjunto de funciones para buscar la instancia de la API SCORM y conectarla con el juego, gestionando los datos en ambas direcciones (juego-EVE). El motor de juego de <e-Adventure> es quien realiza llamadas a las funciones definidas en el fichero .JS a través del *wrapper* Java “JSObject” para tareas de inicialización/finalización y petición/envío de datos (ver Fig. 3).

Además, hemos añadido dos protocolos de comunicación *ad hoc* en la plataforma para intercambiar información con los entornos que, aunque en principio no contemplan intercambiar información con contenidos activos, sí que podrían utilizar información externa para enriquecer las experiencias de aprendizaje. Éste es el caso, por ejemplo, de los entornos

compatibles con IMS LD, ya que esta especificación no establece ningún mecanismo de comunicación pero sí que utiliza datos sobre la experiencia de aprendizaje para tomar decisiones de ramificación a la hora de presentar los contenidos.

El primero se utiliza para comunicarse con LAMS. Una vez que arranca el Applet, este utiliza una base-URL para enviar/obtener variables siguiendo la arquitectura software REST [22]. El segundo [23] se encarga de establecer la

comunicación y de intercambiar variables usando tecnologías AJAX (*Asynchronous JavaScript y XML*).

Por último queda establecer el modelo de datos utilizado en la comunicación para reflejar en el perfil del estudiante las evaluaciones realizadas durante la ejecución del juego. Los juegos de <e-Adventure> pueden utilizar dicha información para modificar futuras ejecuciones del mismo, adaptándose en cada caso a las particularidades del alumno.

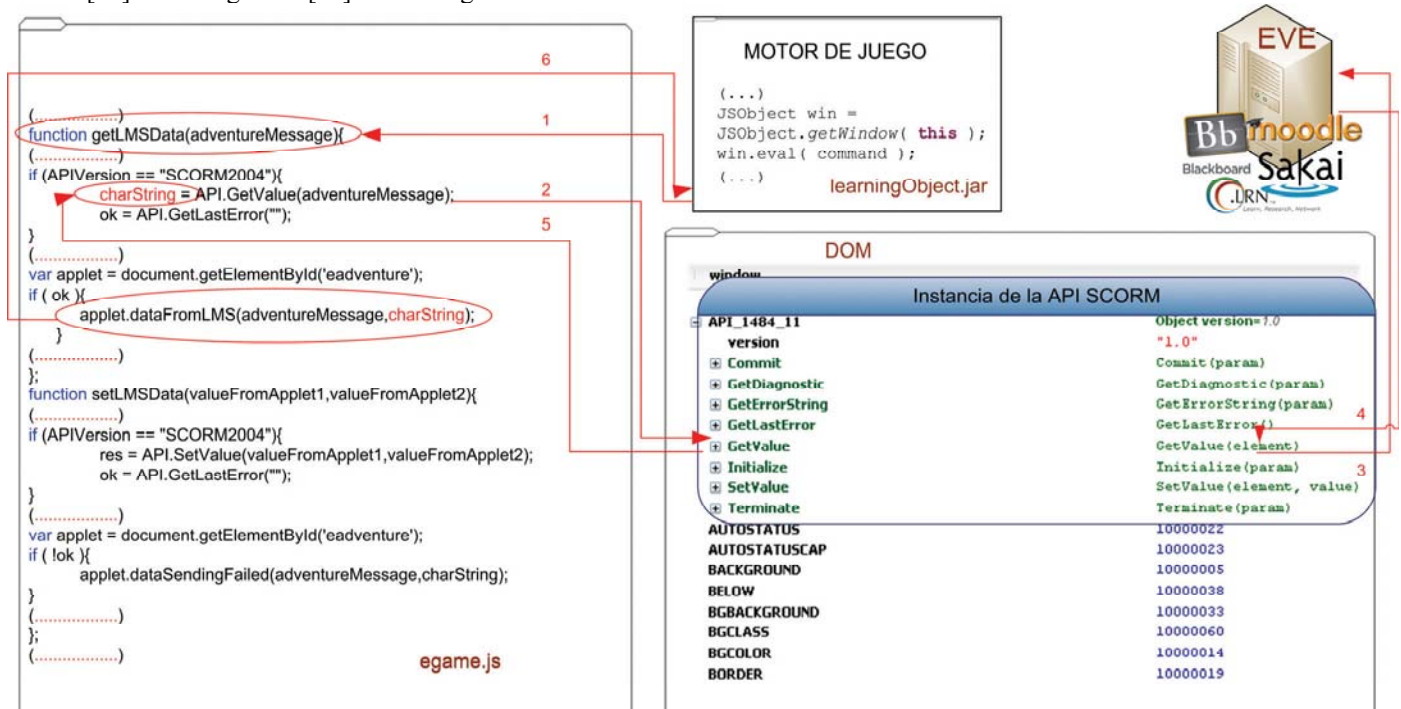


Figura 3. Comunicación SCORM. En el ejemplo se muestra como se reciben datos del EVE para la versión 2004.

Para las exportaciones que utilizan SCORM se usa el modelo de datos que brinda el perfil de aplicación. Este modelo tiene unos campos concretos a los que se les da una interpretación. Por tanto, el desarrollador de juegos <e-Adventure> debe conocer su significado para enviar la información al campo correspondiente.

Para el resto de exportaciones no existe un modelo de datos definido. En este caso, se podrán dar los nombres que se desee a las variables a intercambiar, y que tendrán un significado específico para cada juego [24]. Cabe destacar que hay que implementar un plug-in en el EVE con el que se va a comunicar para que pueda procesar la información. Para la comunicación con LAMS se sigue esta misma idea, quedando reflejados los datos de entrada/salida en un fichero XML para añadirlo a la exportación y que el EVE pueda tener conocimiento de ellas y usarlas para bifurcar la secuencia. Con el objeto de simplificar la tarea de autoría de los juegos y de las secuencias LAMS, existe un conjunto de variables predefinidas. Unas están definidas en los juegos de <e-Adventure> y se utilizan para identificar situaciones de juego relevantes desde un punto de vista pedagógico. Estas variables son accesibles desde cualquier punto de la secuencia LAMS.

Además, LAMS proporciona un conjunto de variables genéricas, tales como el nombre del estudiante, su grupo, etc.

### C. Implementación de los metadatos

El editor de juegos <e-Adventure> incluye un editor de meta-datos para añadir este tipo de información a las exportaciones como OA, utilizando distintos estándares y perfiles de aplicación LOM. Se ha elegido un subconjunto de los campos del estándar teniendo en cuenta los que consideramos más relevantes a la hora de catalogar los juegos. Además el proceso de anotación de los OA exportados se realiza de forma asistida, simplificando aspectos tales como el conocimiento de los vocabularios que soporta o el formato que deben tener los datos [25].

En primer lugar permite la edición de meta-datos siguiendo el estándar LOM. Estos serán añadidos a los juegos exportados como IMS-CP, LAMS y SCORM 2004, ya que se recomienda que se use este estándar para su catalogación. Además se permite la edición de meta-datos siguiendo IMS Learning Resource Meta-data, para los juegos exportados como SCORM v1.2. Se ha tenido que implementar esta especificación ya que, aunque es muy parecida a LOM, tiene diferencias en etiquetas

y vocabularios lo suficientemente significativas para ser tratado aparte.

También está permitida la edición de los meta-datos LOM-ES para la implementación de este perfil de aplicación LOM. En el subconjunto de campos que se permiten editar en la plataforma se han incluido los que se marcan como obligatorios en el perfil, además de los considerados relevantes a la hora de catalogar juegos. Cabe destacar que se han incluido las extensiones del vocabulario solo en castellano, además de añadir los elementos adicionales de LOM ES [7]. Desde el editor de meta-datos propio de <e-Adventure> se pueden modificar los meta-datos relacionados con la categoría "Classification", utilizada para clasificar un OA en concordancia con el sistema educativo español. Sin embargo no se muestra la categoría taxonómica ni el tesoro, debiendo conocerlo de antemano o consultarlo. Por ello se recomienda su edición utilizando el editor de AGREGA en caso de querer cumplimentar dicha información.

## V. CONCLUSIONES

La utilización en masa de EVE ha motivado en los últimos años el desarrollo de estándares que garanticen interoperabilidad y reusabilidad. Sin embargo, no existe un consenso por lo que distintos enfoques coexisten. Por otro lado los videojuegos han tomado peso como herramienta con potencial educativo. Sin embargo, para conseguir que los videojuegos se conviertan en un tipo de contenido educativo más en entornos e-Learning, los juegos deben implementar los estándares y especificaciones que rigen el campo.

En este artículo se muestra como se ha desarrollado la adecuación a estándares de e-Learning de la plataforma de videojuegos <e-Adventure>, dónde los juegos se pueden exportar como OA siguiendo las directrices que marca cada especificación. Así, utilizando su editor se consiguen editar meta-datos, configurar la comunicación y empaquetar los juegos para ser exportados en formato legible por diversos EVE y repositorios de contenidos sin que sean necesarios conocimientos técnicos. De esta manera se consigue además que un mismo juego pueda exportarse como distintos OA, facilitando su reutilización en distintas plataformas.

## AGRADECIMIENTOS

El proyecto <e-Adventure> ha sido parcialmente financiado por el Comité Español de Ciencia y Tecnología a través de los proyectos ADAPTEARN (TIN2007-68125-C02-01) y FLEXO (TSI-020301-2008-19), así como por la Universidad Complutense de Madrid (grupo de investigación 921340) y el proyecto europeo CID (II-0511-A).

## REFERENCIAS

- [1] F. Ghali, A. I. Cristea, and M. Hendrix, "Augmenting e-Learning Standards with Adaptation," in *Computers and Advanced Technology in Education*. vol. 614, 2008, p. 79.
- [2] I. Martínez-Ortiz, P. Moreno-Ger, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, "Production and Deployment of Educational Videogames as Assessable Learning Objects," en *ECTEL 2006*, Creta, Grecia, 2006, pp. 316-330.

- [3] P. Polsani, "Use and Abuse of Reusable Learning Objects," *Journal of Digital Information*, vol. 3, 2003.
- [4] IEEE, "IEEE Standard for Learning Object Metadata ", 2002.
- [5] N. Friesen, A. Roberts, and S. Fisher, "CanCore: Metadata for Learning Objects," *Canadian Journal of Learning and Technology*, vol. 28, 2002.
- [6] CETIS, "UK Learning Object Metadata Core," 2004.
- [7] M. Canabal Barreiro, A. Sarasa Cabezuelo, and J. Sacristán, "LOM-ES: Un perfil de aplicación de LOM," *SPDECE*, 2008.
- [8] IMS Global Consortium, "IMS Content Packaging Specification, Version 1.1.4 Final Specification," 2004.
- [9] IMS Global Consortium, "IMS Learning Design Specification, Version 1.0 Final Specification," 2003.
- [10] AICC, "CMI 001-AICC/CMI Guidelines For Interoperability V4.0," 2004.
- [11] ADL, "Advanced Distributed Learning Sharable Content Object Reference Model (ADL-SCORM).", 2006.
- [12] T. Richards, "IEEE Standard for Learning Technology - ECMAScript API for Content to Runtime Services Communication," 2004.
- [13] T. Richards, "IEEE Standard for Learning Technology - Data Model for Content to Learning Management System Communication," 2003.
- [14] IMS Global Consortium, "IMS Simple Sequencing Specification, Version 1.0 Final Specification," 2003.
- [15] J. Dalziel, "Implementing Learning Design: The Learning Activity Management System (LAMS)," En *20th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education.*, Adelaide, 2003.
- [16] G. Richards, R. McGreal, and N. Friesen, "Learning Object Repository Technologies for TeleLearning: The Evolution of POOL and CanCore.," *Proceedings of the 2002 Informing Science + IT Education Conference*, pp. 1333-1341, 2002.
- [17] A. Sarasa Cabezuelo and M. Canabal Barreiro, "AGREGA: Un Proyecto de Software Libre Web 2.0 de la Administración Pública," *III Congreso Internacional de Software Libre y Web 2.0*, 2008.
- [18] J. Torrente, P. Moreno-Ger, B. Fernández-Manjón, and J. L. Sierra, "Instructor-oriented Authoring Tools for Educational Videogames," en *ICALT 2008*, Santander, 2008, pp. 516-518.
- [19] P. Moreno-Ger, P. Sancho Thomas, I. Martínez-Ortiz, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, "Adaptive Units of Learning and Educational Videogames," *JIME*, vol. 2007, 2007.
- [20] A. del Blanco, J. Torrente, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, "Bridging the Gap: Adaptive Games and Student-Centered VLEs," en *ICWL 2009*, 2009.
- [21] C. D. Milligan, P. Beauvoir, and P. Sharples, "The Reload Learning Design Tools," *JIME*, vol. 2007/06, 2005.
- [22] R. T. Fielding, "Representational State Transfer (REST)," Irvine: University of California, 2000.
- [23] J. Torrente, Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B. & del Blanco, A., "Game-like Simulations for Online Adaptive Learning: A Case Study," en *Edutainment 2009*, Banff, Canada: Springer LNCS, 2009.
- [24] D. Burgos, P. Moreno-Ger, J. L. Sierra, B. Fernández-Manjón, and R. Koper, "Authoring Game-Based Adaptive Units of Learning with IMS Learning Design and <e-Adventure>," *International Journal of Learning Technologies*, vol. 3, pp. 252 - 268, 2007.
- [25] J. Torrente, Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., Fernández-Manjón, B., "Integration and Deployment of Educational Games in e-Learning Environments: The Learning Object Model Meets Educational Gaming," *Educational Technology & Society (In press)*, 2009.