

Análisis del Uso del Estándar SCORM para la Integración de Juegos Educativos

Ángel del Blanco Aguado, Javier Torrente, Iván Martínez-Ortiz, Baltasar Fernández-Manjón, *Senior Member, IEEE*

Title— Analysis of SCORM standard for the integration of educational games

Abstract— The use of digital games in educational settings starts to be accepted and nowadays the discussion is shifting to other issues. An active topic is how to achieve an effective integration of games in education in general and in Virtual Learning Environments (VLE) in particular, taking full advantage of characteristics such as adaptation or in-game assessment. Interoperability requires that the integration of games in VLEs complies with e-learning standards. SCORM is one of the most successful e-learning standards that addresses not only content packaging and annotation but also bidirectional communication between content and VLE and conditional content delivery. This paper discusses the possibilities offered by SCORM to support effective educational game integration in virtual environments.

Index Terms— Authoring tools, Computer aided instruction, Educational games, Electronic learning, SCORM, Standards

I. INTRODUCCIÓN

DURANTE los últimos años los video juegos (abarcando también juegos de ordenador y otros juegos digitales) han ganado aceptación como contenidos educativos. Por un lado se suele atribuir al aprendizaje basado en juegos una mejora en la motivación de los alumnos [1,2], así como una disminución de las tasas de abandono [3]. Por otro lado se ha analizado la influencia que ciertas características de los juegos pueden tener en la mejora del rendimiento académico (por ejemplo, la alta capacidad de inmersión, y la estimulación de la cooperación y competitividad). Aunque algunos autores sostienen que estos aspectos todavía no han sido suficientemente demostrados empíricamente, [4-6], estudios recientes permiten asumir que los juegos tienen potencial educativo real [7-9]. Esto permite que la discusión académica comience a abordar otros planteamientos con el objetivo de obtener el máximo rendimiento posible al potencial de los juegos.

Una línea de interés actual aborda el potencial de los juegos para mejorar las estrategias de evaluación. Este interés reside en que su alta interactividad permite obtener mayor información para evaluar el rendimiento del alumno que otro tipo de contenidos más estáticos.

Por otro lado, existe un interés especial en el uso de juegos como base para un aprendizaje personalizado y más

adaptativo a las características específicas de cada alumno (e.g. nivel de conocimiento, preferencias de aprendizaje, etc.) [10].

Pero un aspecto no suficientemente resuelto es como lograr una integración efectiva de los juegos en la educación en general y en los Entornos Virtuales de Enseñanza en particular (EVE o LMS por sus siglas en inglés), como por ejemplo Moodle, Sakai o Blackboard [11]. La integración con los EVE existentes tiene distintas ventajas como facilitar la utilización de juegos por parte de docentes y alumnos. Además dicha integración puede servir para lograr una mejor explotación del potencial de los juegos en términos de evaluación y aprendizaje adaptativo. En concreto, los EVE pueden servir de interfaces que faciliten a los docentes el acceso a los datos recogidos del uso de los juegos, una vez debidamente procesados y filtrados. Además la información recogida en los juegos puede servir para modificar el secuenciamiento u ordenación temporal de los contenidos del curso y alimentar motores de adaptación u otros sistemas inteligentes integrados [12].

Cuando se aborda la integración de contenidos en EVEs es deseable que se realice de acuerdo a estándares de e-Learning. Como resultado adicional, se facilita el trabajo colaborativo entre distintas herramientas y plataformas creadas por diferentes vendedores ya que se preserva la interoperabilidad de contenidos y sistemas, y además se evitan dependencias con plataformas específicas pongan en riesgo la inversión realizada. SCORM (del inglés Sharable Content Object Reference Model) es uno de los estándares actuales con una mayor aceptación tanto en el campo académico como en el mercado. SCORM abarca no sólo el empaquetado y etiquetado de los contenidos, sino que también la comunicación bidireccional entre el EVE y el juego (e.g., información sobre el rendimiento del alumno o definir secuenciamiento de contenidos). Sin embargo, SCORM presenta algunas limitaciones de comunicación las cuales se acentúan cuando se utilizan contenidos altamente interactivos como juegos y simulaciones, ya que no fue concebido teniendo en cuenta las oportunidades que ofrecen este tipo de contenidos [13].

El objetivo de este artículo es analizar las posibilidades que tiene la versión 2004 (3ª edición) de la especificación SCORM, que se ha convertido en el estándar ISO/IEC TR 29163-1:2009, para soportar la integración de juegos en EVEs con características de adaptación y evaluación, así como sus limitaciones. Ambos aspectos se ilustran mediante un caso de estudio en el que se aplican los resultados del análisis del estándar en el desarrollo de un juego educativo. Para su desarrollo se utilizó la herramienta de juegos educativos <e-Adventure>. Este caso de estudio se enmarca

Ángel del Blanco Aguado, Javier Torrente e Iván Martínez-Ortiz, Dpto. de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial, Universidad Complutense de Madrid; Baltasar Fernández-Manjón Visiting Associate Professor, Laboratory of Computer Science, Massachusetts General Hospital, Harvard University {adelbla, pablom, jtorrente, balta}@fdi.ucm.es.

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

dentro del proyecto eduWAI¹, financiado por la convocatoria AVANZA I+D del Ministerio Español de Industria, Turismo y Comercio.

La estructura del artículo es la siguiente. En la sección II se introduce el estándar SCORM. En la sección III se analizan trabajos previos que han abarcado desde distintos puntos de vista la integración de contenidos interactivos en EVEs mediante SCORM. En la sección IV se realiza un análisis pormenorizado del estándar revisando su potencial para almacenar los datos que los juegos pueden intercambiar y como utilizarlos para el secuenciamiento de actividades. En la sección V se presenta el caso de estudio. En la sección VI se analizan las limitaciones detectadas en el estándar para el uso de juegos. Finalmente, en la sección VII se presentan las conclusiones y las líneas de trabajo futuro.

II. SOBRE SCORM

SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [14] es una iniciativa de ADL (Advance Distributed Learning) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para promover la interoperabilidad, reusabilidad y durabilidad de contenidos educativos digitales. SCORM surgió como un perfil de aplicación que integraba y particularizaba distintos estándares y especificaciones de e-learning previamente existentes para simplificar su implementación en sistemas o herramientas y que adquirió la categoría de recomendación técnica (reconocimiento como estándar de-facto) ISO/IEC TR 29163 en el 2009 por la Organización Internacional de Estandarización. Este estándar abarca diversos aspectos en el proceso de creación de Objetos de Aprendizaje (OA), desde el empaquetamiento hasta la comunicación entre contenido y EVE. SCORM está compuesto por tres documentos técnicos en los que se abordan diversos aspectos de e-Learning y en los que se dan un conjunto de directrices a seguir en la creación tanto de los contenidos digitales como de los EVEs encargados de ejecutarlos. A continuación se analizan los documentos técnicos que conforman SCORM 2004 3ª Edición:

- *Modelo de Agregación de Contenidos* (Content Aggregation Model): indica como especificar la estructura en un fichero XML conocido como manifiesto (tomando como punto de partida AICC Course Structure); como etiquetar (IEEE Learning Object Metadata); y empaquetar los OA (IMS Content Packaging).
- *Entorno de Ejecución* (Run-Time Environment): define como se deben ejecutar los contenidos educativos digitales. Para aquellas unidades de contenido capaces de intercambiar información con el EVE (conocidas como Sharable Content Objects, SCO) define el modelo de datos utilizado para el intercambio de información (IEEE 1484.11.1) conocido como modelo CMI, así como la manera de realizar la comunicación (IEEE 1484.11.2),.
- *Navegación y Secuencia* (Sequencing and Navigation): define el orden en el que se presentará el contenido al alumno así como las opciones de navegación en la estructura de contenidos. Se basa en

IMS Simple & Sequencing para definir condiciones de flujo entre las actividades definidas en el OA.

Hoy en día SCORM goza de una amplia aceptación en el ámbito del e-Learning. Por ejemplo, ILIAS², Moodle (con un módulo específico desarrollado por Rustici Software), como EVE opensource o Blackboard y ANGEL LMS como alternativas de pago, son una muestra de EVEs con amplia aceptación que soportan el estándar. La base del éxito de este estándar recae en la reutilización de otros estándares y especificaciones que abordan problemas en la interoperabilidad de contenidos por separado proporcionando un modelo de aplicación global. De esta manera, SCORM provee una solución que abarca desde el empaquetamiento, estructura y etiquetado, pasando por la comunicación y almacenamiento de información hasta la definición del flujo de la secuencia de contenidos.

III. TRABAJO RELACIONADO

En la literatura se encuentran diversas aproximaciones al uso de SCORM para la integración de juegos y simulaciones en un EVE. En este sentido, la línea que aborda el uso de SCORM para integrar simulaciones ha sido más prolífica pudiéndose encontrarse trabajos iniciales de autores y organizaciones como ISO, ADL o AICC que se centran en una arquitectura general para la interoperabilidad de simulaciones HLA (del inglés High Level Architecture) con SCORM. En [15] se revisan casos de estudios reales en los que simulaciones que siguen HLA envían información del progreso del alumno utilizando SCORM. En estos casos de estudio, el SCO se encarga de: iniciar la simulación, establecer comunicación con el sistema en el que está alojada la simulación y traducir la información que recibe de este sistema para que se almacene en el EVE (convierte la información de un modelo de datos del mundo de la simulación a un modelo de datos que almacena el progreso del alumno). Esta tendencia general se concretó con el marco de trabajo para la integración de HLA y SCORM conocido como arquitectura SITA (del inglés Simulation-based Intelligent Training and Assessment). SITA aborda diversos problemas más allá de la comunicación entre ambas partes, tales como permitir diferentes usos instruccionales de las simulaciones o la utilización de sistemas de simulación en paquetes de contenidos [16].

Otros trabajos, como [17], proponen extensiones de SCORM para sacar mayor provecho del volumen de datos que se puede extraer de las simulaciones y utilizarlo para modificar el transcurso de las mismas en función de la interacción del alumno, incluyendo un sistema de tutorización con reglas parecidas a las que presenta SCORM. En esta misma línea en [18] se muestra como extender SCORM para obtener una mayor flexibilidad a la hora de decidir sobre el secuenciamiento. Así mismo, en [19] se continúa la línea de extensión del estándar añadiendo un gestor de perfiles de usuario para añadir características de adaptación más complejas teniendo en cuenta las preferencias, conocimiento y rendimiento en actividades previas. El mayor problema de estos trabajos es la pérdida de interoperabilidad de los contenidos creados.

¹ <http://eduwai.grupogesfor.com/>

² <http://www.ilias.de/docu/>

En cuanto al uso de juegos y SCORM, en [20] se plantea un sistema para la autoría y ejecución de cursos en los que se combinan video juegos con otros contenidos y que permite exportar los cursos creados como paquetes SCORM. En [21] se presentan un conjunto de juegos configurables (permiten cambiar las preguntas a mostrar al alumno) utilizados en distintos cursos en la Universidad de Jaén que están empaquetados siguiendo el estándar, aunque no presentan características ni de comunicación ni de secuenciación. Otro enfoque es el de utilizar herramientas de desarrollo que incluyan soporte para SCORM. Este es el caso de Delta3D, un motor de juegos de código libre para el desarrollo de juegos y simulaciones con soporte para SCORM y HLA [22]. Delta3D permite vincular acciones en los juegos creados con objetivos educativos y almacenarlos siguiendo SCORM [23]. En esta línea hay herramientas de autoría de juegos como Thinking Worlds³, que permite exportar los juegos con SCORM y comunicar la valoración del estudiante al modelo de datos, o la herramienta de autoría de contenidos educativos interactivos Raptivity⁴, que permite también comunicar información relativa a las interacciones del jugador. Además, existen repositorios de contenidos educativos que expresamente soportan paquetes SCORM y en los que se puede encontrar algún juego educativo como, por ejemplo, la iniciativa AGREGA⁵.

No obstante el uso de SCORM para integrar juegos en contextos educativos no está resuelto de modo que a día de hoy no hay soluciones generales que además de cubrir el empaquetamiento permitan definir de forma flexible los mecanismos de comunicación del juego con el EVE. Existen distintas iniciativas actuales, entre las que destaca la red de excelencia europea en *serious games* GaLA (del inglés Game And Learning Alliance) que tiene como objetivo analizar el estado actual del uso de juegos en educación, y que en su programa se incluye el uso de SCORM para la integración de juegos [24].

IV. ANÁLISIS DE SCORM PARA LA INTEGRACIÓN DE JUEGOS EDUCATIVOS EN EVES

Como se identifica en la sección anterior, existen plataformas de autoría de juegos y algunas implementaciones concretas que siguen SCORM pero desde el punto de vista del empaquetamiento, despliegue y etiquetado. Aspectos clave como el envío de información y su uso para secuenciación de actividades soportados por SCORM quedan fuera del alcance de las aproximaciones encontradas. En esta sección realizamos un análisis de estos aspectos clave: modelo de datos, secuenciación y sus posibilidades a la hora de integrar juegos.

A. Análisis del Modelo de Datos SCORM

Este apartado realiza un análisis del modelo de datos SCORM recogido en el documento técnico “*Entorno de Ejecución*” revisando aquellos aspectos que son aplicables a la integración de juegos en los EVE utilizando este estándar. En particular, este análisis ha tenido en cuenta con especial énfasis los aspectos del estándar que puedan ser aplicados en la evaluación de los alumnos y la adaptación para juegos.

En primer lugar, hay un conjunto de campos creados con el propósito de almacenar información general sobre el grado de progreso y la valoración del rendimiento del alumno en la actividad. Estos campos son “Estado de Finalización” (cmi.completion_status) y “Estado de Éxito” (cmi.success_status). Ambos campos pueden ser rellenados por el SCO o calculados de forma automática por el EVE. Para el cálculo automático, el EVE compara un valor estático definido en el manifiesto (cmi.completion_threshold para “Estado de Finalización” y cmi.scaled_passed_score para “Estado de Éxito”) con los campos “Medida del Progreso” (cmi.progress_measure) y “Valoración Escalada” (cmi.score.scaled) respectivamente, siempre y cuando estén definidos. Además, el modelo de datos permite almacenar una valoración global (cmi.score.raw) del rendimiento del alumno en un rango de valores (cmi.score.min y cmi.score.max).

Una característica de alto interés desde el punto de vista del diseño instruccional es la de vincular la superación de distintas partes del contenido educativo con objetivos de aprendizaje. El campo “Objetivos” (cmi.objetives) permite almacenar información relativa a los objetivos educativos indicando el estado de realización de los mismos. Incluye información del grado de finalización y éxito (local al objetivo), medida del progreso, valoración o peso sobre la nota final. La descripción de los objetivos presentes en cada SCO puede ser descrita en los metadatos, en particular utilizando las categorías “Clasificación” (para el significado de los identificadores de los objetivos), “Propósito”, “Taxonomía” y “Descripción”.

Para almacenar información refinada sobre la interacción del alumno con el SCO, SCORM define un campo formado por una lista de registros con el nombre de “Interacciones” (cmi.interactions). A través del campo “Interacciones” se puede almacenar las respuestas del jugador a un conjunto de preguntas o registrar acciones concretas del alumno en el contenido. Para cada registro incluido en el campo “Interacciones” se puede almacenar: i) el tipo de la interacción (cierto-falso, relación entre los elementos de dos grupos, etc.), ii) patrones de respuestas correctas, iii) el peso de cada interacción sobre la nota final, iv) la respuesta del alumno y v) el resultado de la interacción, es decir, si el alumno acertó o no. Para dotar a “Interacciones” con mayor expresividad, SCORM permite definir varias respuestas correctas y discriminar el resultado de la interacción con un entero para indicar el grado de corrección de cada respuesta. Además, “Interacciones” permite almacenar el identificador de un conjunto de objetivos para relacionarlos con cada interacción.

Una característica importante a tener en cuenta cuando se utiliza “Interacciones” es el modo en el que se van a almacenar (modo anotaciones o estado). En el modo anotaciones, cada interacción se almacena como un registro nuevo en el vector, aunque la interacción a introducir se haya insertado con anterioridad. En el modo estado solo se almacena una copia de cada interacción, por lo que múltiples inserciones de una interacción actualizan el estado de la misma. El primer modo permite un almacenamiento detallado de las acciones realizadas por el alumno en la simulación mientras que el segundo permite almacenar el estado final de las interacciones relevantes desde un punto de vista educativo. La forma en la que se almacenan las

³ <http://www.thinkingworlds.com>

⁴ <http://www.raptivity.com/>

⁵ <http://www.proyectoagrega.es/>

interacciones es responsabilidad del SCO, es decir, el EVE no lo gestiona de manera automática.

Además, SCORM permite almacenar información relativa al estado del SCO de cara a que pueda ser reanudado en el punto en el que el estudiante interrumpió la actividad. El campo "Localización" (cmi.location) permite almacenar una cadena con el punto en el que estudiante debe retomar la actividad. El campo "Datos de Suspensión" (cmi.suspend_data) permite almacenar el estado del SCO cuando su ejecución se suspende.

Finalmente, SCORM incluye un campo para recoger los comentarios del usuario (cmi.comments_from_learner) con la intención de que sean utilizados como feedback sobre la experiencia educativa planteada en el SCO (e.g. estructura y diseño del contenido).

B. Análisis del Sistema de Navegación y Secuencia de SCORM

A partir de la versión 2004 SCORM permite definir información relativa a la manera en la que se presentan los distintos contenidos (actividades) empaquetados, definido en el documento técnico "Navegación y Secuencia". Para ello se puede definir un control automático del flujo de actividades basado en IMS Simple Sequencing [25] y unas opciones de navegación que permitirán al alumno explorar las actividades libremente o con restricciones. Como las opciones de navegación son independientes de los valores que intercambie el juego o simulación con el EVE, en este sub apartado abordaremos con detalle el control de flujo automático que proporciona SCORM y cómo se puede usar para adaptar los contenidos.

Como vimos en la introducción de SCORM, en el manifiesto se permite definir la estructura de los contenidos en un paquete SCORM. Todo nodo definido en esta estructura recibe el término de "Actividad". Las actividades que se encuentren en el último nivel de anidamiento son las actividades educativas, es decir, los recursos o SCO planteados para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aquellos nodos que tienen hijos se conocen con el nombre de "Clúster" (Figura 1) y permiten agrupar las actividades educativas.

Para cada "Actividad" se almacenan dos tipos de información distintos: datos de seguimiento, relacionados con el estado de la actividad; y las reglas que definen el comportamiento de secuenciamiento una vez termine la ejecución de la actividad en concreto. En este punto es importante conocer el concepto de "Intento" de una actividad, el abarca desde que una actividad es seleccionada

para ejecutarse hasta que se elige la siguiente actividad a mostrar (e.g. por una regla de secuenciamiento).

Los datos de seguimiento almacenan información relativa a las actividades como pares atributo valor. Las actividades que no tienen un SCO o recurso asociado ("Clústeres") pueden obtener datos de seguimiento de las actividades hijas, en un proceso que se conoce como "rollup". La información almacenada puede ser relativa a todos los intentos sobre una actividad (número de intentos, estado activo o suspendido, hijos disponibles, actividad que actualmente está siendo ejecutada, etc.) y específica para el intento actual (datos de estado de finalización e información de satisfacción y medida del cumplimiento para el SCO), conocida como "Información del Progreso del Intento". La información para el intento actual está estrechamente relacionada con el modelo de datos SCORM ya que adquieren su valor de un subconjunto de los campos del modelo pero en distinto formato y con distintos identificadores. El modelo de datos de secuenciamiento también presenta la posibilidad de almacenar información de satisfacción y valoración para un conjunto de objetivos conocida como "Información del Progreso de los Objetivos". Es importante resaltar que mientras en el modelo de datos CMI hay información de satisfacción y valoración para el SCO como un todo y para cada uno de los objetivos en particular, el modelo de datos de seguimiento mantiene información de finalización de forma global y de satisfacción asociada a objetivos. Por este motivo cada actividad presenta un objetivo primario que almacena la información de satisfacción para la actividad como un todo. Además, los datos de seguimiento permiten compartir información sobre el rendimiento de una actividad con el resto de actividades, conocido con el nombre de objetivos globales.

La definición de secuenciamiento se encuentra en el manifiesto mediante la especificación de reglas de secuencia asociadas a cada actividad. Las reglas con mayor interés para el control automático de flujo utilizando la información intercambiada entre simulación y EVE son las "Reglas de Secuenciamiento" y las "Reglas de Rollup", compuestas por estructuras "if-then-else" para el control de flujo y de la información a propagar entre Actividades respectivamente. En la "Reglas de Secuenciamiento" se especifica qué actividades están disponibles para ser ejecutadas y cuál será la siguiente a mostrar. En el caso de las "Reglas de Rollup" se determina qué parte de los datos de seguimiento se propaga a los "Clústeres" que tienen por hija la actividad que se acaba de ejecutar. Para definir tanto qué actividades participaran en el proceso de rollup como los datos de seguimiento a propagar se utilizan los "Controles de Rollup" y "Controles de Consideración de Rollup", que dan mayor precisión que los primeros.

En la definición de secuenciamiento se incluye la también "Descripción de Objetivos" asociados a cada actividad y locales a esta (i.e. no pueden ser accedidos desde otra actividad). Cada objetivo descrito en esta parte del manifiesto incluye un identificador que, en caso de haberse definido, obliga al EVE a inicializar un objetivo en el campo "Objetivos" del modelo de datos. De esta manera quedan asociados los objetivos del modelo de datos (RTE) con los datos de seguimiento (S&N). Permite especificar si se utilizará un umbral y su valor para el cálculo de satisfacción del objetivo. Además SCORM permite compartir "Información de Progreso de los Objetivos" entre

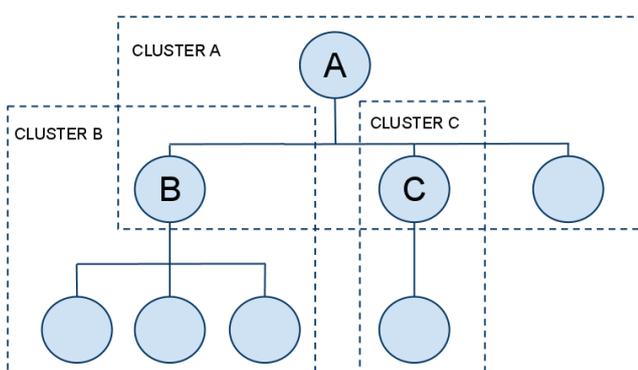


Figura 1. Organización de los contenidos de un paquete SCORM. Las hojas son contenidos educativos y los nodos son clústeres.

actividades mediante la definición de un “Mapa de Objetivos” en la información de secuencia asociada a una actividad. La información en un “Mapa de Objetivos” define el objetivo local fuente, el objetivo global destino y que información intercambiarán entre ambos antes y después de la ejecución del SCO.

C. Posibilidades de SCORM para Integración de Juegos

Aparte del empaquetamiento y despliegue de los juegos como un SCO, la característica más relevante y novedosa de SCORM aplicable a los juegos educativos es el mecanismo de comunicación. Este mecanismo puede ser utilizado para enviar la información que se puede extraer de los juegos a un EVE, en particular, se puede enviar la información necesaria para poder evaluar la experiencia del alumno dentro del juego.

En primer lugar es interesante almacenar información del estado de actividad. Los juegos compatibles con SCORM pueden utilizar los campos relacionados con el grado de progreso y la valoración del rendimiento con ese fin. En particular, el campo “Estado de Finalización” tiene especial importancia cuando se desea realizar control del secuenciamiento de contenidos, ya que se puede hacer corresponder con la “Información del Progreso del Intento” para notificar si la actividad ha finalizado o no a la hora de calcular el cumplimiento de las reglas de secuencia.

De igual manera, los juegos también pueden aprovechar el campo “Objetivos”. Esta es una asociación que surge de manera natural dada la estrecha relación entre los objetivos que se plantean en un juego y los objetivos de una actividad educativa [8,26]. De esta forma es posible definir distintos objetivos y estructurar el progreso del alumno en torno a distintas habilidades o áreas de conocimiento y decidir de qué manera afecta a la meta principal del juego. En particular, el campo “Objetivos” debe tenerse especialmente en cuenta si se desea definir estrategias de secuenciamiento. Para cada objetivo, incluyendo el objetivo primario, los campos “Valoración Escalada” y “Estado de Éxito” pueden afectar a la “Información de Progreso del Objetivo”, utilizados también para comprobar si se cumplen “Reglas de Secuenciamiento”.

Para juegos y simulaciones el campo “Localización” puede ser utilizado para indicar el último “hito” alcanzado por el jugador dentro del juego y los “Datos de Suspensión” para obtener el estado concreto de juego con información relativa, por ejemplo, a la escena del juego en la que se encuentra, a los objetos recogidos, etc.

SCORM presenta otro campo que permite almacenar información más precisa sobre el rendimiento del alumno en la actividad. Diversos autores mencionan “Interacciones” como la parte del modelo de datos más apropiada para almacenar la información detallada que un juego o simulación puede comunicar al EVE [15,27]. Aunque el propósito original de “Interacciones” es almacenar respuestas a preguntas en formato test, también puede registrar las elecciones de un jugador mientras avanza en un juego. Los juegos pueden utilizar este campo para mapear acciones concretas de juego relevantes desde un punto de vista educativo, proporcionando un identificador significativo y rellenando el campo de documentación con una explicación sobre el evento concreto del juego que se está registrando. Describir de manera exhaustiva la acción que se va a registrar permite amoldar interacciones de

distinta naturaleza que puedan darse en el juego al conjunto de posibles respuestas correctas que permite SCORM. Además, es interesante para el uso de SCORM en juegos decidir el modo de almacenamiento de las interacciones, es decir, si se crea un registro nuevo en el vector “Interacciones” para cada nuevo evento o si por el contrario se actualiza el estado de los que ya existan. De esta manera, se permite seleccionar el nivel de detalle más adecuado para cada juego, almacenando todas las interacciones que ocurrieron o solo registrando el valor final para cada tipo de interacción.

Utilizar de forma combinada “Interacciones” y “Objetivos” permite diferenciar distintos niveles en la información recogida del juego. Mientras el estado de finalización y éxito de los objetivos puede identificar el nivel de superación de las metas parciales, las interacciones añaden un nivel más de granularidad permitiendo recoger información detallada de cómo se llegó a superar cada uno de los objetivos parciales. De esta manera, se puede filtrar la información recibida de la actividad del alumno en el juego y acudir a un nivel mayor de detalle cuando este sea necesario.

Finalmente, el campo “Comentarios del alumno” puede ser utilizado con juegos para almacenar información específica de usuario que no pueda ser recogida en otros campos del modelo de datos, aunque para ser coherente con el modelo debería tener relación con feedback sobre la experiencia de aprendizaje.

V. CASO DE ESTUDIO

En esta sección presentamos el juego “La gran Fiesta” como caso de estudio. El juego ha sido desarrollado con la plataforma de juegos educativos <e-Adventure> y realiza un uso intensivo del modelo de datos de SCORM. En este caso de estudio no se tiene en cuenta el modelo de secuenciamiento y navegación dado que consta de un único paquete de contenido.

A. <e-Adventure>: Adaptación, Evaluación y SCORM

<e-Adventure> es una plataforma de autoría de juegos y simulaciones educativas dirigida a educadores, que no requiere experiencia en programación, y que incluye características especiales para educación como evaluación y adaptación [28]. Una vez terminado el desarrollo del juego o simulación en el editor de <e-Adventure> el docente puede exportar el juego como un paquete de contenido SCORM [29], que además puede ser etiquetado con metadatos siguiendo la especificación IEEE LSTC LOM⁶.

<e-Adventure> consta de un mecanismo configurable para simplificar la evaluación del progreso del alumno [29]. El sistema de evaluación permite generar informes textuales para el docente, así como la asignación de valores a un conjunto de variables de salida (por ejemplo, una nota). Estas variables de salida están pensadas para su envío a un servidor. Mediante la definición de reglas el docente puede identificar situaciones de juego que son relevantes desde el punto de vista educativo. Cada vez que el alumno alcanza una de estas situaciones en el juego, el sistema de evaluación genera una nueva anotación en el informe de evaluación.

⁶ <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

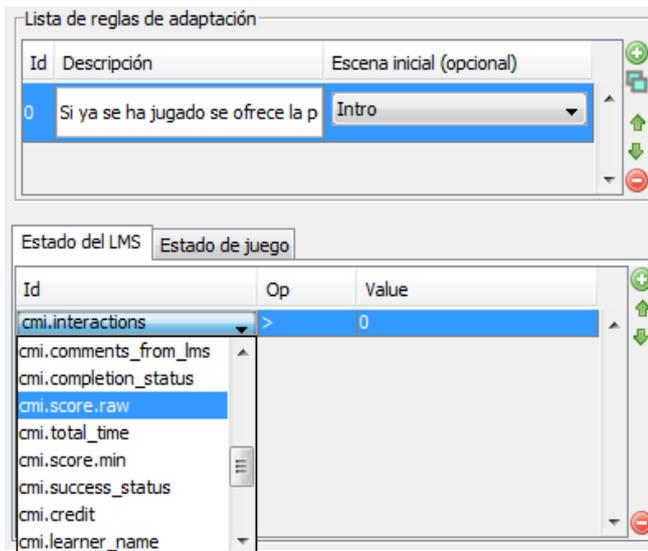


Figura 2. Edición del perfil de adaptación de <e-Adventure>. Vinculación de estados concretos del modelo de datos SCORM con cambios en el juego.



Figura 3. Captura del juego "La gran fiesta". Escena que representa el cuarto del alumno antes de que lo recoja.

El docente puede configurar el texto que aparecerá en cada anotación del informe, así como el conjunto de valores que tomarán las variables de salida del juego.

<e-Adventure> también permite introducir comportamiento adaptativo en los juegos mediante otro sistema de reglas [12]. Utilizando este sistema es posible definir caminos alternativos en el flujo de juego o adaptar el contenido del mismo. Las decisiones sobre la adaptación del juego se realizan teniendo en cuenta la interacción realizada por el alumno hasta el momento. El sistema de adaptación también puede tener en cuenta datos recibidos del exterior (por ejemplo, información relacionada con el perfil del alumno).

De esta manera los juegos producidos con <e-Adventure> tienen comunicación bidireccional ya que pueden tanto recibir información del exterior (entradas para el sistema de adaptación) como enviar información hacia afuera sobre lo que ocurre en el juego (salidas del sistema de evaluación).

<e-Adventure> permite mapear las entradas y salidas del juego al modelo de datos SCORM [29]. De esta manera en <e-Adventure> se pueden definir reglas de adaptación que disparen eventos para modificar aspectos del juego (pestaña "Estado del Juego" en Figura 2) si al comenzar la ejecución se

cumplen ciertas condiciones definidas sobre el modelo de datos de SCORM ("Estado del LMS" en la Figura 2). En estas reglas sólo se pueden utilizar los campos de lectura.

Asimismo se pueden definir reglas de evaluación que modifiquen el modelo de datos de SCORM cuando el estado de juego cumpla una serie de condiciones. En este caso solo pueden utilizarse campos de escritura del modelo de datos SCORM. A estos campos se les puede asignar valores definidos manualmente, valores correspondientes a variables internas del juego, o incluso el informe en formato texto de evaluación producido por <e-Adventure>.

B. El Juego "La gran Fiesta"

"La gran fiesta" (Figura 3) es un juego educativo desarrollado con <e-Adventure>. Su objetivo es la mejora de las habilidades sociales de personas con síndrome de Down. Se enmarca dentro del proyecto Avanza I+D eduWAI, cuyo objetivo es proporcionar un sistema para la integración de personas con discapacidad en el entorno laboral. Tanto en el desarrollo del guión del juego como en la evaluación del mismo han participado expertos en la formación de discapacitados cognitivos. La plataforma eduWAI utiliza Moodle para mostrar los contenidos, por lo que empaquetar el juego siguiendo SCORM permite almacenar la información del juego en este sistema.

En este juego el alumno debe prepararse para acudir a una fiesta de empresa. Para completar el juego el alumno deberá superar cinco objetivos parciales relacionados con las siguientes habilidades: (O1) higiene personal, (O2) vestimenta y bienes personales, (O3) normas de educación, (O4) uso de recursos comunes y (O5) normas de comportamiento.

Al comienzo del juego se inicializan los campos del modelo de datos de SCORM. El campo "Estado de Finalización" se actualiza a "incompleto" (incomplete) para registrar que se ha comenzado a ejecutar el SCO. Para cada uno de los sub objetivos identificados se crea un registro en el vector "Objetivos" inicializando además del identificador el campo "Estado de Finalización" a "incompleto" (incomplete).

Para superar cada sub-objetivo el alumno debe completar una serie de acciones concretas. La realización de forma adecuada o incorrecta de estas acciones da origen a un conjunto de situaciones de juego relevantes. Estas situaciones de juego deben tenerse en cuenta de manera pormenorizada para permitir que los educadores puedan trabajar a posteriori con cada alumno de forma personalizada aquellas habilidades menos desarrolladas.

En total se tienen en cuenta 42 situaciones de juego. Cada una de ellas se asocia a un registro nuevo del campo "Interacciones", es decir, se sigue el modo de almacenamiento anotaciones. Las interacciones registradas se asocian al objetivo que corresponda mediante el campo "Objetivos" de "Interacciones". Estas operaciones tienen carácter informativo, ya que SCORM no define ninguna acción sobre los objetivos asociados a cada interacción. Por ello, además de añadir la interacción, el juego actualiza los campos "Estado de Éxito", "Estado de Finalización" y "Valoración" del objetivo asociado. Además, para cada interacción se define el campo tipo y patrón de respuesta correcta. Para este caso de estudio se han utilizado los tipos "cierto-falso" para reflejar situaciones que se realizan correctamente, "rendimiento" para reflejar interacción que requieren que el jugador realice un conjunto de pasos sin

importar el orden, y “secuencia” para reflejar interacción con un conjunto de pasos en los que sí importa el orden.

Para almacenar el estado de juego se utiliza el campo “Datos de Suspensión”, lo que permite al usuario suspender la ejecución y reanudarla más tarde en el punto en que se quedó. Finalmente se utiliza el campo “Comentarios del alumno” para enviar el informe de evaluación textual generado por el juego. Para ello, <e-Adventure> incluye una variable especial “report” que permite enviar el informe de evaluación al campo de comentarios del alumno (cmi.comments_from_learner.n.comment). Aunque no es el propósito general, si está relacionado con feedback sobre la experiencia de aprendizaje para un usuario concreto, por lo que consideramos que respeta el estándar y, en todo caso, no afecta a la interoperabilidad.

C. Relación entre Objetivos e Interacciones: Ejemplo detallado

Para ilustrar en mayor detalle la relación entre objetivos e interacciones, analizamos las acciones del alumno para el objetivo de “vestimenta y bienes personales” (O2). Este objetivo comprende dos interacciones. La primera está relacionada con una secuencia de acciones en la que el usuario debe vestirse correctamente para la fiesta. La segunda implica haber cogido todas las pertenencias antes de salir de casa (llaves, cartera y dinero). Cuando el alumno supera las dos interacciones correctamente, el campo “Medida del Progreso” suma el máximo (valor 1), el campo “Estado de Finalización” se actualiza a “completado” (completed) y el “Estado de Éxito” a “aprobado” (passed) para el objetivo O2. La información que envía el juego se detalla en la Figura 4.

Además al haberse completado el sub-objetivo se actualiza la información del objetivo global para el SCO. Por tanto, se incrementa el campo “Medida del Progreso” correspondientemente. Cuando se superan todos los sub-objetivos parciales (valor de “Medida del Progreso” es 1) se envía el valor “aprobado” (passed) al campo “Estado de Éxito”. Con esto se notifica la completitud del objetivo global del juego. Cuando el jugador finaliza la ejecución del juego se considera que está completado, por lo que se actualiza el valor de este campo a “completado” (completed).

VI. LIMITACIONES DE SCORM PARA LA INTEGRACIÓN DE JUEGOS EN EVE

El éxito del modelo de datos de SCORM reside en su simplicidad, sin embargo presenta una serie de limitaciones a la hora de ser usado para integrar video juegos en EVE, ya que durante la definición del estándar no se tuvieron en cuenta contenidos altamente interactivos. En la literatura hay diversos estudios que analizan las limitaciones del estándar al utilizar contenidos altamente interactivos como sistemas de simulaciones [30] y en mundos virtuales [13]. De estos trabajos y del análisis realizado en este artículo se deducen las siguientes limitaciones en la integración de juegos utilizando SCORM.

En relación con el modelo de datos, SCORM no permite almacenar un conjunto de información tan detallado y específico como el que se puede producir en simulaciones, ni tampoco dispone de una manera de ampliar el modelo de datos sin perder la interoperabilidad [13]. Es decir, no hay un modelo de juego específico o del mundo de la simulación

reflejado en este modelo de datos. Aunque los registros en “Interacciones” con descripciones certeras se pueden vincular con cualquier situación de juego, no permiten su procesamiento automático ya sea para de adaptar el juego en sí o para realizar análisis sobre la información de evaluación. No obstante la existencia de campos abiertos para el envío de información puede ser utilizado para paliar estas carencias y, por tanto, almacenar campos relacionados con aspectos específicos de juego.

El mecanismo de secuenciamento que plantea SCORM presenta a su vez una serie de debilidades. Una de las ventajas del uso de juegos en sistemas de e-Learning es sacar partido del elevado nivel de detalle de los datos de evaluación que se pueden obtener durante la ejecución del juego y que podrían usarse para realizar adaptaciones sobre el flujo de contenidos a mostrar. SCORM solo permite utilizar para este fin información sobre la finalización y completión de la actividad, y de completitud para los objetivos. Además, SCORM hereda alguna de las limitaciones de IMS Simple Sequencing como la de no permitir un secuenciamento avanzado utilizando, por ejemplo, técnicas de inteligencia artificial [31].

Otra limitación que presenta está relacionada con la adaptación en el juego. En primer lugar, la información del alumno se reinicia en cada intento, por lo que solo se puede utilizar los datos almacenados para adaptar el contenido del juego si se reanuda la ejecución. Además, debido a que no se puede compartir información de estado entre los SCOs, no se puede utilizar el rendimiento del alumno en actividades previas para este efecto. Conscientes de esta limitación, la organización IMS redactó la especificación Shareable State Persistence⁷ (IMS SSP) permitiendo compartir información de estado entre varios SCOs. Actualmente IMS SSP no ha sido adoptado oficialmente como parte de SCORM, por lo que no se puede utilizar de manera estándar.

VII. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se aborda como se puede usar el estándar SCORM para lograr una integración efectiva de los juegos en los EVE. El objetivo es usar los EVE no solo como medio de acceso a los video juegos sino que también para potenciar el uso de los juegos y de sus características de evaluación y adaptación del flujo y contenido en función de las características de aprendizaje de cada alumno.

Para aprovechar las inversiones realizadas en el desarrollo de los contenidos educativos conviene utilizar estándares de e-Learning para su integración en el mayor número de sistemas distintos. Actualmente SCORM es el estándar educativo más aceptado y usado por abordar, además de aspectos como empaquetamiento y etiquetado, características de comunicación entre contenidos y EVE e incluso la secuenciación de contenidos.

En este artículo presenta un estudio inicial sobre las posibilidades que presenta SCORM (versión 2004 3ª Edición) como soporte para la integración activa de juegos educativos en los EVEs. SCORM permite almacenar información de evaluación relativa al cumplimiento de objetivos educativos y del progreso y valoración del

⁷ http://www.imsglobal.org/ssp/sspv1p0/imssp_prflv1p0.html

CMI.INTERACTIONS	CMI.OBJECTIVES
Situación inicial	<pre> cmi.objectives.1.id = V-B-P cmi.objectives.1.score.raw = 0 cmi.objectives.1.success_status = failed cmi.objectives.1.completion_status = incomplete cmi.objectives.1.progress_measure = 0 </pre>
<p>Vestirse correctamente</p> <pre> cmi.interactions.1.id = Vestimenta cmi.interactions.1.weighthing = 0.6 cmi.interactions.1.type = performance cmi.interactions.correct_responses.1.pattern = {order_matters=false}CA-FIESTA;PA-FIESTA;ZA-FIESTA cmi.interactions.1.learner_response = CA-FIESTA;PA-FIESTA;ZA-FIESTA cmi.interaction.1.description = el chico/a escoge las prendas correctas para la fiesta </pre>	<pre> cmi.objectives.1.id = V-B-P cmi.objectives.1.score.raw = 60 cmi.objectives.1.success_status = failed cmi.objectives.1.completion_status = incomplete cmi.objectives.1.progress_measure = 0.5 </pre>
<p>Coger pertenencias correctamente</p> <pre> cmi.interactions.2.id = Pertenencias cmi.interactions.2.weighthing = 0.4 cmi.interactions.2.type = performance cmi.interactions.correct_responses.2.pattern = {order_matters=false}CART-SI;DINERO-SI;DNI-SI; LLAVES-SI cmi.interactions.2.learner_response = CART-SI;DINERO-SI;DNI-SI;LLAVES-SI cmi.interaction.2.description = el usuario recoge el DNI, el dinero, las llaves y la cartera. </pre>	<pre> cmi.objectives.1.id = V-B-P cmi.objectives.1.score.raw = 100 cmi.objectives.1.success_status = passed cmi.objectives.1.completion_status = completed cmi.objectives.1.progress_measure = 1 </pre>

Figura 4. Ejemplo de los datos enviados por el juego a los campos "cmi.interactions" y "cmi.objectives". Las interacciones mostradas representan acciones correctas del jugador (el patrón y la respuesta del alumno son iguales) y se registran de forma individual. El objetivo se almacena al principio y en negro se puede observar la actualización de sus campos.

estudiante en la actividad y sobre acciones concretas del jugador en el juego.

Aún así, para las siguientes versiones sería deseable añadir al modelo de datos campos más relacionados con los modelos de información presentes en juegos y simulaciones. Utilizando la información del modelo de datos se pueden definir estrategias de secuenciación de actividades. Para conseguir un control mayor aprovechando la evaluación refinada de los juegos convendría poder utilizar un conjunto mayor de los datos del modelo CMI. Además, para poder realizar una adaptación de los juegos precisa sería necesario poder acceder a la información almacenada en actividades previas.

Como líneas de trabajo futuro encontramos continuar el estudio de SCORM y juegos y analizar las nuevas características presentes en la cuarta versión de SCORM 2004 así como seguir de cerca el trabajo de definición del modelo de datos CMI 5 para la versión de SCORM que realizan en la actualidad ADL junto con otras organizaciones como AICC⁸ y LTSO⁹. Además, creemos necesario explorar las posibilidades de otras

especificaciones prometedoras en el campo como, por ejemplo, IMS Common Cartridge¹⁰.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está parcialmente financiado por el Ministerio de Educación (Movilidad I-D+i PR2010-0070 y TIN2007-68125-C02-01) y el Ministerio de Industria (TSI-020110-2009-170, TSI-020312-2009-27), así como por la Universidad Complutense de Madrid y la Comunidad de Madrid (grupo de investigación 921340 y proyecto e-Madrid S2009/TIC-1650), por el proyecto europeo PROACTIVE EU (505469-2009-LLP-ES-KA3-KA3MP) y la red de excelencia europea GALA (Network of Excellence 258169, FP7-ICT-2009-5).

REFERENCIAS

- [1] T.W. Malone, "Toward a theory of intrinsically motivating instruction," *Cognitive Science*, vol. 5, Dec. 1981, pp. 333-369.
- [2] M.J. Mayo, "Bringing Game-Based Learning to Scale: The Business Challenges of Serious Games," *International Journal of Learning*, 2010.
- [3] P. Sancho, J. Torrente, and B. Fernández-Manjón, "Do multi-user virtual environments really enhance student's motivation in

⁸ <http://www.aicc.org/joomla/dev/>

⁹ <http://www.cen-ltso.net/>

¹⁰ <http://www.imsglobal.org/cc/>

- engineering education?," *39th IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, San Antonio, Texas, EEUU: Ieee, 2009, pp. 1-6.
- [4] R.T. Hays, *The effectiveness of instructional games: a literature review and discussion*, Orlando, FL: Naval Air Warfare Center, 2005.
- [5] R. Van Eck, "Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless," *EDUCAUSE Review*, vol. 41, 2006, pp. 16-30.
- [6] M. Pivec and P. Pivec, *Games in Schools*, ISFE-EUN Partnership, 2008.
- [7] R. Blunt, "Does Game-Based Learning Work? Results from Three Recent Studies," 2007.
- [8] M.D. Dickey, "Game Design Narrative for Learning: Appropriating Adventure Game Design Narrative Devices and Techniques for the Design of Interactive Learning Environments," *Educational Technology Research and Development*, vol. 54, 2006, pp. 245-263.
- [9] P. Moreno-Ger, J. Torrente, J. Bustamante, C. Fernández-Galaz, B. Fernández-Manjón, and M.D. Comas-Rengifo, "Application of a low-cost web-based simulation to improve students' practical skills in medical education," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 79, Jun. 2010, pp. 459-67.
- [10] N. Peirce, O. Conlan, and V. Wade, "Adaptive Educational Games: Providing Non-invasive Personalized Learning Experiences," *Second IEEE International Conference on Digital Games and Intelligent Toys Enhanced Learning*, Banff, Canada: IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2008, pp. 28-35.
- [11] J. Torrente, P. Moreno-Ger, B. Fernández-Manjón, and Á. Del Blanco, "Game-like Simulations for Online Adaptive Learning: A Case Study," *4th International Conference on E-Learning and Games (Edutainment 2009)*, Banff, Canada: 2009, pp. 162-173.
- [12] J. Torrente, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, "Learning Models for the Integration of Adaptive Educational Games in Virtual Learning Environments," *3rd International Conference on E-learning and Games (Edutainment 2008)*, Nanjing, China: Springer, LNCS, 2008, pp. 463-474.
- [13] V.J. Shute and J.M. Spector, *SCORM 2.0 white paper: Stealth assessment in virtual worlds.*, 2008.
- [14] ADL, *Advanced Distributed Learning Sharable Content Object Reference Model (ADL-SCORM)*, 2006.
- [15] P.V.W. Dodds and J.D. Fletcher, "Integrating HLA, SCORM, and Instruction: Three Prototypes," *SISO Euro Simulation Interoperability Workshop*, 2004.
- [16] V. Manikonda, P. Maloor, J. Haynes, and S. Marshall, "An Architecture for Integrating SCORM-Compliant Instruction with HLA-Compliant Simulation," *SISO Fall Simulation Interoperability Workshop*, 2004.
- [17] A.D.A. Jiménez, J.R. Rodríguez, and Z.M. Alfaro, "Architecture for Integration of Simulations with SCORM in E-Learning Environments," *2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Ieee, 2008, pp. 217-221.
- [18] Y.-S. Cho, D.-J. Hwang, T.-M. Chung, S.-K. Choi, and W.-I. Bae, "Enhanced SCORM Sequencing Rule for e-Learning System," *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment First International Conference, Edutainment, Hangzhou, China*, 2006, pp. 90-99.
- [19] M. Rey-López, R. Diaz-Redondo, A. Fernández-Vilas, J. Pazos-Arias, J. García-Duque, A. Gil-Solla, and M. Ramos-Cabrer, "An extension to the ADL SCORM standard to support adaptivity: The t-learning case-study," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 31, Feb. 2009, pp. 309-318.
- [20] J.-H. Chen, T.-H. Wang, W.-C. Chang, L.R. Chao, and T.K. Shih, "Developing an Interactive Video Game-Based Learning Environment," *Journal of Software*, vol. 4, 2009, pp. 132-139.
- [21] M. Espinilla, I. Palomares, and H. Bustince, "DESIGN AND DEVELOPMENT OF ONLINE EDUCATIONAL GAMES BASED ON QUESTIONS," *CSEU 2010 - 2nd International Conference on Computer Supported Education*, 2010, pp. 484-488.
- [22] R. Darken, P. McDowell, and E. Johnson, "Projects in VR The Delta3D Open Source Game Engine," *IEEE Computer Graphics And Applications*, 2005, pp. 10-12.
- [23] B. Smith and P. McDowell, "Integrating the Delta 3D Engine with a SCORM-Managed Learning Environment," *Learning Technology*, vol. 8, 2006, pp. 11-12.
- [24] A.D. Gloria and I. Roceanu, "Serious Games in the Life Long Learning environment. Games and Learning Alliance Network of Excellence and Master Degree in Electronic Engineering, University of Genoa," *The 5th International Conference on Virtual Learning ICVL*, 2010, pp. 44-50.
- [25] IMS Global Consortium, *IMS Simple Sequencing Specification, Version 1.0 Final Specification*, 2003.
- [26] A. Amory, K. Naicker, J. Vincent, and C. Adams, "The Use of Computer Games as an Educational Tool: Identification of Appropriate Game Types and Game Elements," *British Journal of Educational Technology*, vol. 30, 1999, pp. 311-321.
- [27] C. Ostyn, *SCORM Interactions - Creative use of interactions in SCORM*, 2007.
- [28] J. Torrente, Á. Del Blanco, E.J. Marchiori, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, "<e-Adventure>: Introducing Educational Games in the Learning Process," *IEEE Education Engineering (EDUCON) 2010 Conference*, Madrid, Spain: IEEE, 2010, pp. 1121-1126.
- [29] Á. Del Blanco, P. Moreno-Ger, J. Torrente, and B. Fernández-Manjón, "Aplicacion de Estándares de e-Learning a Videojuegos Educativos," *ASPECT 2009, asociado al congreso FINTDI 2009*, 2009.
- [30] P.S. Gallagher, "Gaps in SCORM Implementation and Practice Using an Online Simulation," *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, 2008.
- [31] Z. Madrigal and A. de Antonio, "Estándares actuales para el e-learning: SCORM ¿ Se pueden incluir simulaciones en la actualidad?," *VII Simpósio Internacional de Informática Educativa - SIIIE05*, 2005, pp. 183-88.



académicos en revistas y conferencias de este campo.

Ángel del Blanco completó el título de Máster en Ingeniería Informática de la UCM en 2009, y en la actualidad trabaja como investigador contratado en el grupo <e-UCM> mientras realiza sus estudios de doctorado. Su investigación se centra en la integración técnica de materiales altamente interactivos dentro de los entornos de e-learning, con especial atención a los estándares de e-learning vigentes en la actualidad y sus limitaciones, habiendo publicado 14 artículos académicos en revistas y conferencias de este campo.



El Dr. **Iván Martínez Ortiz** es Doctor en Ingeniería Informática por la UCM (2011). En la actualidad es Profesor Contratado Doctor en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la UCM, donde ejerce tareas docentes y de investigación. Sus intereses de investigación se centran en la innovación educativa mediante nuevas tecnologías, con especial atención a los lenguajes de modelado educativo, los lenguajes específicos de dominio aplicados a la educación y el uso de videojuegos y otros materiales interactivos con propósitos educativos, habiendo publicado más de 30 artículos académicos en esta materia. El Dr. Martínez Ortiz es también miembro del Comité Técnico de Estandarización en e-Learning de AENOR (CTN71/SC36).



Javier Torrente completó el título de Máster en Ingeniería Informática de la UCM en 2009, y en la actualidad trabaja como investigador contratado en el grupo <e-UCM> mientras realiza sus estudios de doctorado. Su investigación se centra en el uso de videojuegos como medio extremadamente adaptativo para su uso en contextos educativos, habiendo publicado 26 artículos académicos en revistas y conferencias de este campo.



El Dr. **Baltasar Fernández Manjón** es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). En la actualidad es Profesor Titular en la Facultad de Informática de la UCM. En el curso 2010-11 es Visiting Associate Professor en Harvard University y Visiting Scientist en el Massachusetts General Hospital. Es director del grupo de investigación <e-UCM> y sus intereses de investigación abarcan tecnologías de e-learning, usos educativos de las tecnologías de marcado, la aplicación de estándares educativos y el modelado de usuarios, habiendo publicado más de 100 artículos académicos sobre estas materias. El Dr. Fernández Manjón es también miembro del Grupo de Trabajo 3.3 (Research on the Educational uses of Communication and Information Technologies) de la IFIP y del Comité Técnico de Estandarización en e-Learning de AENOR (CTN71/SC36).