

## Extensión al secuenciamiento de SCORM para incluir a las simulaciones en los sistemas de E-learning

A. de Antonio Jiménez, J. Ramírez Rodríguez y Z. Madrigal Alfaro\*

Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, Campus de Montegancedo, 28660 Madrid, España

El uso de la interacción y la simulación en los sistemas de e-learning, representa un gran paso en la educación y proporciona innumerables ventajas al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, los estándares actuales carecen de mecanismos suficientes que permitan dar un manejo óptimo de las simulaciones como objetos de aprendizaje, por lo que incluirlas dentro de los sistemas de e-learning representa superar diversos retos. En este trabajo se presenta una propuesta de una arquitectura que incluye una extensión al secuenciamiento de SCORM mediante la adición de un módulo inteligente de tutoría. El principal objetivo es proporcionar mecanismos comunes entre los sistemas de e-learning que permitan mantener el control de una simulación y así obtener una verdadera evaluación del estudiante.

**Palabras clave** e-learning; SCORM; simulación; objeto de aprendizaje

### 1. Introducción

El desarrollo constante de las tecnologías de la información ha marcado profundamente a la sociedad actual. El surgimiento del e-learning provocó cambios importantes en el tradicional método de enseñanza aprendizaje y, más aún, la aplicación de las simulaciones en este tipo de entorno educacional ha representado un gran paso en la educación y el mundo laboral.

Algunos investigadores han realizado estudios sobre la efectividad del aprendizaje basado en simulaciones [1-3], y los resultados obtenidos han mostrado que el estudiante refuerza enormemente la comprensión y retención de lo aprendido. Las simulaciones logran captar la atención de los estudiantes mientras los ayudan a retener y aplicar lo que han aprendido, además permiten que gente con un amplio rango de estilos de aprendizaje alcancen los objetivos de aprendizaje a su ritmo propio.

No se han reportado efectos perjudiciales del uso de simulaciones, sin embargo, a pesar de su efectividad no son un “antídoto” y no se adaptan necesariamente a todas las materias. Se deben tener muy claros los objetivos del aprendizaje y cuáles serán los propósitos de la implementación de una simulación.

#### 1.1 Simulaciones

De acuerdo a de Jong y van Joolingen [2], las simulaciones computacionales son programas que sostienen un modelo de algún sistema real. En estos escenarios instruccionales, generalmente los aprendices esperan descubrir propiedades del modelo dando entradas al modelo y analizando las salidas.

Básicamente, las simulaciones pueden ser descritas de acuerdo al tipo de **sistema real** que es representado en el modelo, su nivel de **fidelidad** y las **características internas** del modelo. El sistema real puede ser dividido en tres tipos: *físicos*, *artificiales* e *hipotéticos*. Existe la fidelidad *física* y *perceptual* (cómo se ve, oye y siente) y fidelidad de *manipulación* (lo que puede hacerse en la simulación). Las *características internas* se refieren a la estructura y relaciones de las variables en el modelo del sistema simulado.

---

\* Zayra Madrigal Alfaro, e-mail: zayramadrigal@yahoo.es, Tel.: +34 620 342 715

Existe un amplio número de clasificaciones de las simulaciones, pero todavía no está establecida una clasificación determinante. Alessi y Trollip [4] y Lebrón *et al.* [5], coinciden con la siguiente clasificación de simulaciones:

*Simulaciones físicas.* Son simulaciones que enseñan acerca de algo. En una simulación física el objeto físico o fenómeno es representado en la pantalla, ofreciendo al estudiante la oportunidad de aprender sobre él. Por ejemplo: Un movimiento glacial, la luz a través de lentes, movimiento de las moléculas del gas, etc.

*Simulaciones de Procedimientos.* El propósito principal de las simulaciones de procedimientos es que el estudiante aprenda una secuencia de acciones que constituyen un procedimiento. Ejemplos comunes de este tipo de simulación pueden ser desde enseñar a utilizar una calculadora o un teléfono, diagnosticar el mal funcionamiento de un equipo, hasta aterrizar un transbordador.

*Simulaciones situacionales.* Estas simulaciones tratan con las actitudes y el comportamiento que deben asumir las personas ante una situación o problemática. En todas las simulaciones situacionales el estudiante es la parte integrante más importante de la simulación, ya que toma el rol principal. Los otros roles son tomados por estudiantes que interactúan en el mismo programa, o por la computadora, quien toma el rol de una persona.

*Simulaciones de procesos.* Se utilizan generalmente para informar al estudiante acerca de un proceso o concepto que no se manifiesta visiblemente, por ejemplo el sistema económico de un país, cómo la ley de la demanda y la oferta afecta al precio de un producto, o cómo crece o disminuye la tasa poblacional de una región. Las simulaciones de procesos son usadas para pronosticar estos tipos de situaciones.

Diversos investigadores presentan otras clasificaciones de las simulaciones en sus trabajos (por ejemplo Sulistio [6]) que se basan en el tiempo, valores que toman las variables de la simulación, comportamiento, etc. Para los propósitos de nuestra investigación, el tipo de simulaciones que tomaremos en cuenta son aquellas que tengan dos características principales: 1) Que el estudiante pueda actuar sobre la simulación, y 2) Que la simulación esté unida a un SIT (Sistema Inteligente de Tutoría) por medio del cual se proporcione una guía al estudiante mientras interactúa con la simulación

## 1.2 SCORM y sus deficiencias para el uso de simulaciones

Algunas de las organizaciones más importantes que promocionan la creación de especificaciones y estándares para las tecnologías relacionadas con el aprendizaje son ARIADNE, el Dublin Core, IEEE, AICC y el Consorcio EDUCASE de IMS [8].

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos y su Iniciativa Advanced Distributed Learning (ADL), ha reunido el trabajo de estas organizaciones dentro de un “Modelo de Referencia” común conocido como el “*Modelo de Referencia de Objetos de Contenido Compartibles*” (**SCORM**).

SCORM proporciona un modelo de referencia fundamental sobre el cual cualquiera puede desarrollar modelos de contenido de aprendizaje y lanzarlos. Ha sido dividido en una colección de “libros técnicos”, estos libros están agrupados en tres temas principales: El “Modelo de Agregación de Contenidos (CAM)” que especifica cómo describir, empaquetar y definir componentes usados en una experiencia de aprendizaje; el “Entorno de Ejecución (RTE)” el cual describe el Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS), los requisitos para gestionar el entorno de ejecución en términos del protocolo de comunicación entre el LMS y los Objetos de Contenido Compartibles (SCO) y los elementos del modelo de datos usado para pasar información relevante de la experiencia del aprendiz con el contenido; y el “Secuenciamiento y Navegación (SN)” que describe cómo el contenido conforme a SCORM podría ser secuenciado a través de un conjunto de eventos de navegación iniciados por el aprendiz o iniciados por el sistema [8].

Después de realizar una investigación exhaustiva sobre el estándar SCORM, hemos encontrado que tiene algunas deficiencias que impiden dar un manejo óptimo a las simulaciones, al incluirlas en los sistemas de e-learning. Las deficiencias más importantes son las siguientes:

1. SCORM está basado sobre la especificación de Secuenciamiento Simple (SS) de IMS, la cual no incluye todo, en particular no maneja secuenciamiento basado en inteligencia artificial, simulaciones, aprendizaje colaborativo, o sincronización entre múltiples actividades de aprendizaje en paralelo [9].

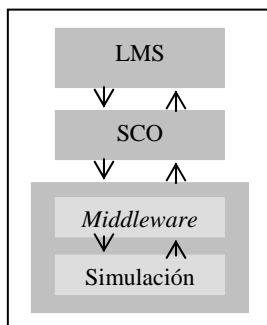
2. La SS de IMS sólo reconoce el rol del aprendiz y no define capacidades de secuenciamiento que utilicen o sean dependientes de otros actores, tales como instructores o mentores. SCORM no prohíbe la inclusión de otros actores, sin embargo, no define sus roles ni los comportamientos de secuenciación que resulten de la participación de otros actores [9]. Esto podría dificultar la inclusión y manejo de un SIT en una simulación, lo cual podría ser algo muy necesario en determinadas simulaciones.

### 1.3 Propuestas para la integración de simulaciones con SCORM

Actualmente existen diferentes propuestas para integrar a las simulaciones con SCORM. A continuación brevemente se describen tres prototipos que fueron desarrollados por diferentes instituciones: 1) SCORM/HLA [10]; 2) SITA SCORM/HLA [11]; y 3) Entrenamiento en equipo para dar soporte civil [10].

De forma común los tres prototipos conectan un LMS a una plataforma de simulación de tal forma que los datos pueden ser intercambiados entre ellos. Los dos primeros trabajos (1 y 2) emplean una arquitectura basada en HLA (arquitectura estándar para conectar varios sistemas de simulación basados en computadora) [12]; el tercero usa una herramienta comercial de construcción de juegos 3D, llamada Gamebryo.

En general, la secuencia que siguen los tres prototipos está representada en la figura 1:



**Fig. 1** Secuencia seguida por los prototipos.

1. El LMS determina el SCO a lanzar
2. El LMS lanza un SCO conforme a SCORM
3. El SCO envía un paquete, según la arquitectura empleada (p.e. HLA, Gamebryo, etc.) para inicializar la simulación
4. El estudiante interactúa con la simulación
5. La simulación envía información de su estado y del estudiante mediante un *middleware*
6. El SCO evalúa las acciones del estudiante y envía la información al LMS mediante SCORM
7. El LMS remedia si es necesario o envía el siguiente SCO

Es notable que estas propuestas logran reportar información al LMS sobre el desempeño del estudiante con la simulación, sin embargo, para lograr lo anterior emplean un método de mapeo que “transforma” dicha información al Modelo de Datos de SCORM y esto podría llegar a ser muy complejo y poco eficiente.

Además de lo anterior, el problema principal que detectamos en estas propuestas es que, aunque trabajan para buscar una alternativa que permita la comunicación de una **simulación** con el **LMS** conforme a SCORM, lo hacen **funcionando** ambos **por separado**.

Consideramos que una mejor alternativa es la de lograr una verdadera integración de las simulaciones con SCORM, mediante el establecimiento de mecanismos estándares que permitan trabajar con las simulaciones como verdaderos SCOs dentro de los sistemas de e-learning.

## 2. Propuesta de extensión al Secuenciamiento de SCORM

Nuestra aproximación para conseguir una verdadera integración de las simulaciones dentro de la filosofía de SCORM, consiste en abordar el problema mediante una trasposición de los mecanismos de secuenciamiento de SCOs que utiliza el LMS, hacia el interior de la simulación. La responsabilidad del secuenciamiento será asumida por un nuevo “Módulo de Tutoría”, externo a la simulación.

El secuenciamiento de SCORM 2004, utiliza un conjunto de **reglas de secuenciamiento** que son evaluadas por el LMS para decidir cuál es la siguiente actividad a lanzar al estudiante. No obstante, este

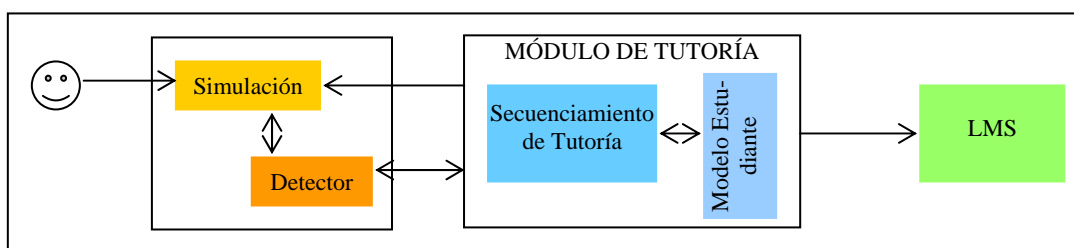
conjunto de reglas es insuficiente para dar un secuenciamiento “interno” (dentro de un Objeto de Contenido) a las múltiples actividades que podría realizar un estudiante en una simulación.

Para dar solución a este problema, proponemos la creación de un **Módulo de Tutoría** para simulaciones, dentro del cual estará integrado un nuevo conjunto de **reglas de secuenciamiento para tutoría**, por medio de las cuales se determinará el secuenciamiento interno que se le dará al estudiante mientras interactúa con la simulación.

Cabe señalar que este conjunto de reglas estará basado totalmente en la terminología y estructura empleada por SCORM. Así, además de “eventos de navegación” tendremos “eventos significativos” para la simulación, y además de “acciones de secuenciamiento” tendremos “acciones de tutoría”.

## 2.1 Propuesta de Arquitectura

La arquitectura propuesta para la comunicación de la simulación con el Módulo de Tutoría es presentada en la fig. 2.



**Fig 2.** Comunicación entre la simulación y el Módulo de Tutoría.

Las funciones de los diferentes componentes son las siguientes:

El *Detector* será responsable de monitorear, y dar aviso al Módulo de Tutoría, cuando ocurran “eventos significativos” relativos a las acciones del estudiante (p.e. errores cometidos) y a los estados de la simulación (p.e. estado de inicio).

En base a los eventos detectados, en el *Secuenciamiento de Tutoría* se realizará la evaluación de las reglas de secuenciamiento para tutoría, para determinar la correspondiente acción a realizar (p.e. enviar un consejo al estudiante, bloquear un componente de la simulación, etc.).

Dentro del *Modelo Estudiante* se registrará información referente a la sesión, al estudiante, acciones del estudiante y el estado actual de los objetivos de aprendizaje propios de la simulación. Posteriormente la información necesaria será enviada al LMS para que actualice el Modelo de Estado de Seguimiento general.

El motivo principal de dejar al Módulo de Tutoría externo a la simulación, es permitir el reuso de simulaciones existentes y que con un mínimo de modificación sea posible integrarlas en esta arquitectura y aplicar las reglas de secuenciamiento de tutoría.

## 7.2 Reglas de secuenciamiento para tutoría

De forma similar a las reglas de secuenciamiento actuales de SCORM, las reglas de secuenciamiento para tutoría están compuestas de Condiciones y Acciones. Las condiciones se han clasificado en cuatro grupos: *Estado de la simulación*, *Errores del estudiante*, *Acción esperada del estudiante* y *Temporizadores*. Por otro lado, las acciones se han clasificado en seis grupos: *Tutoría*, *Sobre la simulación*, *Detector*, *Modelo Estudiante*, *Salida* y *Secuenciamiento*.

A continuación, en las tablas 1 y 2 se presenta una muestra del conjunto de condiciones y acciones que quedarían definidas tomando el ejemplo de una simulación que tiene como propósito que un estudiante aprenda a conducir un coche.

**Tabla 1** Condiciones.

Estado de la Simulación	Acción esperada del est.	Errores del estudiante	Temporizadores
Estado_inicio	Controlar_volante	Invadir_carril	Tiempo_máximo_sesión
Curvas	Disminuir_velocidad	Salir_de_carretera	Tiempo_inactivo
Coche_carril_contrario	Aumentar_velocidad	Pasar_coche_delantero	Tiempo_acción_esperada

**Tabla 2** Acciones.

Tutoría	Sobre la simulación	Detector
Activar tutorial	Bloquear componente	Activar Temporizador
Realizar evaluación	Desbloquear componente	Desactivar temporizador
Modelo Estudiante	Salida	Secuenciamiento
Registrar error	Resguardar Modelo Estudiante	Cambiar al siguiente nivel Repetir nivel

Dos ejemplos de reglas de secuenciamiento para tutoría relativas al ejemplo anterior serían:

**If** [Coche\_carril\_contrario **and** pasar\_coche\_delantero] = **true then** [Activar tutoría]

**If** [Tiempo\_máximo\_sesión] = **true then** [Realizar evaluación]

Los diseñadores tendrán la libertad de declarar las variables que consideren necesarias para ser incluidas en las condiciones y acciones, la única restricción es que deben ser incluidas dentro de la clasificación definida y que las condiciones sean de tipo booleano.

## 8. Conclusiones

Con los avances logrados en esta propuesta, es posible dar un seguimiento a las acciones del estudiante en una simulación, y que un LMS de SCORM obtenga una evaluación sustancial del aprendizaje del estudiante. Lo más importante es que siempre se empleará la terminología y estructura que establece SCORM para que el secuenciamiento en la simulación y el LMS trabajen de forma análoga. Este trabajo todavía continúa en desarrollo, ya que cualquier cambio o extensión al Secuenciamiento de SCORM, originará cambios en sus demás componentes (Modelo de Agregación de Contenidos y el Entorno de Ejecución), por lo que es necesario que en un futuro se consideren estos aspectos.

## References

- [1] ADACEL, Simulation based e-learning, www.simlearning.com, pp. 1, 2001.
- [2] T. de Jong, W.R. van Joolingen, Discovery Learning with computer simulation of conceptual domain, Universidad de Twente: Holanda, 2002, pp.3-6.
- [3] B. Billhardt, The promise of on-line simulations, www.clomedia.com, 2004.
- [4] S.M. Alessi, S.R. Trollip, Computer based instruction, methods and development, Englewood Cliffs, NY: Prentice Hall, 1985.
- [5] M. Lebrón, J. Arce, Y. Vázquez, *et al.*, Tipos de simulaciones, Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto Metropolitano, 1997.
- [6] A. Sulistio, C.S. Yeo, A taxonomy of computer-based simulations, Universidad de Belbourne Australia, 2003, pp. 3, 4.
- [7] W. Hodgins, M. Nissi, Making sense of learning Specifications and Standards, www.masie.com, noviembre 2003, p. 11.
- [8] ADL, SCORM Overview Book, www.adlnet.org, 2004
- [9] ADL, SCORM SN Book, www.adlnet.org, 2004
- [10] P. Dodds, J.D. Fletcher, Integrating HLA, SCORM, and Instruction: Three Prototypes, SISO Euro Simulation Interoperability Workshop, 2004.
- [11] 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.
- [12] High Level Architecture: Defense Modeling and Simulation Office. www.dmsomil.