

Miguel Rebollo Pedruelo

## El estándar SCORM para EaD

Tesina del Máster en  
Enseñanza y Aprendizaje Abiertos y a Distancia  
Universidad Nacional de Educación a Distancia

Diciembre 2004

Dirigida por:  
Dr. Antonio Colmenar Santos



# EL ESTÁNDAR SCORM PARA EAD



# Índice general

<b>Índice general</b>	<b>I</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	3
1.3. Organización de la tesina . . . . .	3
<b>2. Enseñanza asistida por ordenador y plataformas de formación</b>	<b>5</b>
2.1. Evolución del aprendizaje a través de Internet . . . . .	5
2.2. Elementos de <i>e-learning</i> . . . . .	8
2.3. Objetos de aprendizaje . . . . .	10
<b>3. Estándares para plataformas de formación</b>	<b>13</b>
3.1. Estándares. Proceso de estandarización . . . . .	13
3.1.1. ¿Qué es un estándar? . . . . .	13
3.1.2. Estándar vs. especificación . . . . .	15
3.2. Estándares para <i>e-learning</i> . . . . .	16
3.2.1. Antecedentes . . . . .	16
3.2.2. Utilidad de los estándares en <i>e-learning</i> . . . . .	17
3.2.3. Cuestiones abordadas por los estándares . . . . .	18
3.3. Organizaciones que se dedican a la estandarización . . . . .	19
3.3.1. AICC . . . . .	20
3.3.2. IEEE-LCTS . . . . .	21
3.3.3. IMS . . . . .	21
3.3.4. ADL . . . . .	23
3.4. Clasificación de los estándares . . . . .	23

<b>4. Descripción de la iniciativa SCORM</b>	<b>27</b>
4.1. El estándar SCORM . . . . .	27
4.2. Organización de SCORM . . . . .	29
4.3. Plataformas de formación que soportan SCORM . . . . .	31
<b>5. Descripción detallada de SCORM</b>	<b>37</b>
5.1. Modelo de agregación de contenidos (CAM) . . . . .	37
5.2. Modelo de Contenidos . . . . .	37
5.2.1. Modelo de Empaquetado . . . . .	38
5.2.2. Metadatos . . . . .	41
5.2.3. Secuenciación y Presentación . . . . .	41
5.3. Entorno de ejecución (RTE) . . . . .	42
5.3.1. Gestión del Entorno de Ejecución . . . . .	43
5.3.2. Modelo temporal del RTE . . . . .	44
5.4. Secuenciación y navegación (SN) . . . . .	44
5.4.1. Conceptos para la secuenciación . . . . .	46
5.4.2. Modelo de definición de la secuenciación . . . . .	48
5.4.3. Modelo de navegación . . . . .	49
<b>6. Crítica al estándar y conclusiones de trabajo</b>	<b>51</b>
6.1. Evaluación de la iniciativa de SCORM . . . . .	51
6.1.1. Peligro de caer en enfoques centrados en la tecnología	51
6.1.2. Enfoque simplista de la educación . . . . .	52
6.1.3. Riesgos de ser pedagógicamente neutro . . . . .	52
6.1.4. Definición de objetos de aprendizaje difusa . . . . .	53
6.1.5. SCORM SN: el punto débil de SCORM . . . . .	54
6.2. Conclusiones finales . . . . .	55
<b>Bibliografía</b>	<b>57</b>
<b>Información de contacto</b>	<b>59</b>

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Motivación

La existencia de estándares facilitan la construcción de software en general. Y resultan imprescindible cuando se trata de construir sistemas distribuidos que deben operar de forma conjunta. Las plataformas de formación son un ejemplo de este último tipo de sistemas. Y a sus características como cualquier producto software deben añadirse las propias de las herramientas educativas. La eficacia del aprendizaje a distancia depende sobremanera en la efectividad de las comunicaciones que se producen entre los participantes. Y la existencia de un estándar facilita la construcción, mantenimiento y actualización de los programas.

A la hora de elaborar los materiales, hoy en día contamos con un gran número de lenguajes, aplicaciones y formatos digitales para representar, almacenar e intercambiar la información que contienen. De nuevo, la existencia de estándares permite optimizar el tiempo de los autores de los materiales al centrarse en su contenido y no en su forma. En segundo lugar, pueden crearse utilidades de traducción que pasen de un soporte a otro. Y otra ventaja muy importante es que permite abstraerse de la herramienta final que dará soporte a los cursos, de manera que se pueda reaprovechar todo (o la mayor parte) del trabajo si la institución (o la evolución de la tecnología) nos hace cambiar la plataforma empleada para dar soporte a los cursos. En esta situación, el presente trabajo pretende estudiar uno de los lenguajes para la elaboración de contenidos didácticos: la iniciativa ADL SCORM.

Este modelo se ha convertido recientemente en un estándar "*de facto*" para cualquier herramienta de formación a través de Internet, sirviendo de base a plataformas libres y de pago, algunas de ellas tan prestigiosas y extendidas como WebCT. En este trabajo se propone el estudio en profundidad de dicho estándar, con el fin de evaluar sus fortalezas y debilidades, su utilidad para la creación, mantenimiento y distribución de materiales educativos (material escrito y multimedia), y la búsqueda de plataformas que reconozcan e

implementen todo o parte de esta especificación.

### Estado del arte

El modelo de referencia de contenedores compartidos de objetos (SCORM) define un modelo de agregación de contenidos para el aprendizaje a través de Internet. Es un modelo de referencia que proporciona un conjunto de especificaciones y guías que permiten elaborar cursos que cumplan los requerimientos de la formación a través de Internet. ADL SCORM normaliza y especifica, en la práctica, las necesidades más interesantes y críticas para la interoperabilidad de los sistemas de formación virtual:

- Define todos los datos (alumnos, organización, actividad formativa, resultados de aprendizaje, datos de evaluación, etc.) que debe recoger una plataforma formativa ADL SCORM compatible.
- Define y especifica todos los datos que puede generar el alumno en su navegación y aprendizaje por un curso ADL SCORM compatible (teóricos, prácticos, evaluaciones, etc.) y cómo éstos deben enviarse a cualquier plataforma ADL SCORM compatible.
- Define cómo debe construirse un curso ADL SCORM compatible, su estructura, sus posibles itinerarios pedagógicos, restricciones y exigencias, etc., y como calificar con metadatos los objetos educativos.
- Define cómo se debe importar/exportar un curso ADL SCORM compatible entre cualquier utilidad de creación de contenidos y una plataforma ADL SCORM.

En resumen, ADL SCORM es el primer hito tangible para poder trabajar en «estándares», de forma que nadie que sea tecnológica y metodológicamente solvente en la actividad de la formación virtual puede eludir ya esta realidad ni ignorarla en sus productos y proyectos. Estamos ante el nacimiento y desarrollo de la Segunda Generación de sistemas de formación virtual.

### Contexto sociocultural

Al ser un estándar, no existe ninguna limitación o contexto específico que de soporte a SCORM. Tampoco es un software en concreto que se deba comprar, ni (a fecha de hoy) exige el pago de ningún tipo de licencia. Se trata de una serie de guías, especificaciones y normas que se deben seguir para crear materiales educativos para su distribución en la web.

El contexto de aplicación de este trabajo es, pues, el de cualquier institución que tenga la capacidad tecnológica para realizar actividades de formación a través de Internet. Estos requisitos hacen referencia al hardware



necesario para soportar las plataformas de formación (incluyendo las facilidades de conexión a la red) y el conocimiento de cómo administrar este tipo de sistemas así como de la utilización de las distintas herramientas para la creación y distribución de materiales didácticos.

### Metodología de trabajo

Al tratarse del estudio del estándar SCORM, la mayor parte del trabajo consistirá en el análisis de los distintos documentos que forman el estándar. Para poder criticar su adecuación a iniciativas de EaD y compararlo con otros estándares empleados en la industria, se estudiarán otros estándares comúnmente aceptados y se catalogarán las herramientas existentes que tengan como base el modelo de SCORM. A partir de la información publicada en el estándar, se deducirá y propondrán nuevas posibilidades de utilización.

## 1.2. Objetivos

1. Conocer en profundidad el estándar SCORM.
2. Analizar los puntos fuertes y débiles del estándar, sugiriendo posibles soluciones para éstos últimos.
3. Catalogar las plataformas disponibles en la actualidad que utilicen el estándar.
4. Valorar la utilidad de SCORM frente a otros estándares disponibles.

## 1.3. Organización de la tesina

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. La sección 2 revisa la evolución y la situación actual de la educación asistida por ordenador, describiendo los componentes habituales de las soluciones para *e-learning*. En la sección 3 se realiza un estudio de las propuestas más asentadas para la generación de especificaciones y estándares de *e-learning*. La sección proporciona una visión general de SCORM: la iniciativa seleccionada para el presente trabajo, que posteriormente se amplía en la sección 5. En la sección 6 se realiza una crítica de los puntos fuertes y débiles encontrados en SCORM tras la realización del trabajo, para concluir en la sección 7.



## Capítulo 2

# Enseñanza asistida por ordenador y plataformas de formación

### 2.1. Evolución del aprendizaje a través de Internet

La utilización de ordenadores y redes de telecomunicaciones para el aprendizaje constituyó una nueva etapa en la enseñanza a distancia durante la década de los 80, denominada *enseñanza telemática* (García Aretio, 2002). Es la época de la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) –*Computer Aided Instruction*–, punto de partida de los intentos de estandarización actuales de los contenidos y plataformas de *e-learning*.

El origen de la instrucción automática, entendiéndolo por la cual aquella que no necesita la presencia de un profesor (podría considerarse más parecido a lo que hoy denominamos autoaprendizaje) es anterior a la aparición de los ordenadores en la década de los 40 (Rodríguez, 2000). Thorndike (1912) apunta ya a la elaboración de unos materiales autoguiados que pueden considerarse los precursores de la instrucción asistida, que ha sido el paradigma pedagógico fundamental en la aplicación de los ordenadores a la enseñanza desde sus inicios.

El nacimiento de la EAO data de mediados de los años 50, a partir de las teorías conductistas de Skinner y de la instrucción programada, según la cual los materiales instructivos deben estar compuestos por una serie de pequeños pasos,<sup>1</sup> cada uno de los cuales requiere una respuesta activa por parte del estudiante, el cual, por otra parte, recibe una realimentación instantánea del resultado.

En los años 60 comienzan diversas iniciativas de soporte a la enseñanza utilizando los sistemas informáticos existentes: grandes macro-ordenadores o *mainframes*, muy costosos y al alcance tan solo de grandes organizaciones. Estas iniciativas se fueron traduciendo en una fase de reducción de coste a

---

<sup>1</sup>Nótese la gran similitud con los *objetos de aprendizaje* de las especificaciones actuales para *e-learning*.

mini-ordenadores, estaciones de trabajo y, por último, a ordenadores personales (PC). La aparición de este último supuso un hito fundamental para poder distribuir estos sistemas para su uso personal.

Paralelamente, al inicio de los años 70, surge una propuesta para la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial a este tipo de sistemas. Aparecen así la denominada ICAI (*Intelligent Computer Aided Instruction*) y posteriormente los Sistemas Tutores Inteligentes –*Intelligent Tutoring Systems* (ITS)–. La principal diferencia con los sistemas anteriores consistía en:

- la capacidad de generar formación «en tiempo real» y a demanda de estudiantes individuales, y
- soportar el diálogo interactivo entre el propio sistema (un tutor artificial) y el alumno.

De esta forma se pretende solucionar las principales limitaciones de la EAO: la carencia de iniciativa por parte del estudiante, la imposibilidad de utilizar el lenguaje natural en las respuestas, la rigidez del propio sistema (el comportamiento está preprogramado) y la ausencia de conocimiento real, tal y como se le supone a un profesor humano.

En la década de los 80, con la incorporación del PC y de las redes de telecomunicaciones, la EAO se consolida como la tercera etapa en la enseñanza a distancia. Se proponen arquitecturas genéricas en las que se diferencian tres modelos: el modelo del alumno, el modelo de la estrategia docente y el modelo del conocimiento del dominio (de los contenidos). Y la gran aportación de esta etapa no es tanto la utilización del ordenador como en las posibilidades de comunicación que brinda Internet.

En 1984, la *National Science Foundation* subvenciona la creación de una gran infraestructura que conecta universidades: la NFSNET, que comienza a ser operativa en 1986. Empieza entonces una primera etapa de Internet, caracterizada por su contenido académico, su libertad y la ausencia de criterios económicos. Las herramientas habituales para un internauta eran *telnet*, *ftp*, correo electrónico, listas de distribución, foros de noticias, chat, *finger* y *whois* (para la búsqueda de personas) y *wais* y *gopher* (empleadas para la distribución de información, los antecesores de la *World Wide Web*). Todas ellas herramientas basadas en texto.

La comercialización de Internet a partir de 1995 abre una segunda etapa en Internet, y también en la enseñanza, que pasa a una cuarta generación. Este paso no se debe a un cambio cuantitativo, como ha ocurrido en las etapas anteriores, sino que es más bien un cambio cualitativo (Mir, Reparaz, y Sobrino, 2003). Surge la posibilidad de interacción bidireccional completa y emisión de audio y vídeo en línea.

Pero este cambio no hubiera sido posible sin algo que se denominó *World Wide Web* y su lenguaje de contenidos: el HTML. Y de la mano de ellos, el primer navegador que permitía recorrer estos documentos de forma gráfica: Mosaic, distribuido en 1993. A finales de ese mismo año, la versión 2 de Mosaic incluye un conjunto de etiquetas que permitían la comunicación desde el cliente hacia el servidor (comunicación bidireccional), base para las futuras transacciones comerciales y para las herramientas de aprendizaje interactivo (Bartolomé, 2000).

La cuarta generación en la enseñanza a distancia es la generación del multimedia interactivo y de la comunicación mediada por ordenador. Es también la generación de los campos virtuales, que basan la educación en la conjunción del uso de ordenadores personales con capacidades multimedia y un soporte para la distribución electrónica de contenidos basados en Internet y la comunicación tanto asíncrona como síncrona (García Aretio, 2002). La principal ventaja de este medio es que la realimentación de todo el proceso es casi instantánea. Un alumno puede realizar una prueba a cualquier hora del día y el profesor puede poner a su disposición el resultado inmediatamente después de haberla corregido.

Dentro de esta cuarta generación están produciéndose cambios que quizá se configuren en una quinta generación; al menos así lo consideran algunos autores. Las **tecnologías inalámbricas** están inmersas en la sociedad, en forma de teléfonos móviles y ordenadores de mano (conocidas como PDA –*personal digital assistant*–). Construir aplicaciones educativas para estos dispositivos es un reto para el diseño tanto tecnológico como instruccional. Ya existen algunos estándares que indican las características de los contenidos para estos dispositivos, que tratan de separar el contenido de la presentación de los mismos. El lenguaje XML lidera hoy en día este camino.

Otra tendencia que se está extendiendo es el uso de los **servicios web**. Para expresarlo de forma sencilla, un *servicio web* es un componente de aplicación, un pequeño nódulo con potencia computacional que se pone a disposición de los demás en una red por su propietario. Todavía no hay muchos servicios web en el campo de la educación, pero esta tecnología se está extendiendo en esa dirección. Por ejemplo, una institución puede crear una de formación como un servicio web, otra ofrece servicio web para catalogar y convertir documentación. Y utilizando los servicios de ambas, una tercera institución puede construir un portal educativo enlazando todos los servicios web en un sistema unificado.

Las **redes P2P** (*peer-to-peer*) es una vieja tecnología de red que se ha visto resucitada con Internet. Este tipo de redes se creó para compartir información entre ordenadores clientes, sin que sea necesario disponer de un servidor central. Todos los ordenadores que forman parte de la red son iguales y pueden actuar como clientes o como servidores indistintamente. En sus

orígenes, se utilizaron para compartir archivos e impresoras, pero la aparición de programas como Napster, Kazaa, eMule y muchos otros ha hecho surgir un gran interés por las aplicaciones sobre redes P2P. Y el siguiente paso es emplear esta tecnología para compartir algo más: para compartir conocimiento. Las instituciones educativas pueden obtener una gran ventaja en esto. Todavía no hay aplicaciones que lo hagan, que se dediquen a compartir el conocimiento de igual a igual (ése el el significado de *peer-to-peer*), y posiblemente sea un paso que pueda considerarse una nueva etapa en la enseñanza a distancia: grandes redes de intercambio de conocimiento en todos los niveles.

El campo de la **gestión del conocimiento** es también otra nueva área de reciente aparición, con una gran incidencia en el mundo empresarial. Las compañías se dan cuenta de que su mayor activo: el conocimiento colectivo de sus empleados, abandona con ellos su puesto de trabajo. La gestión del conocimiento promete una solución para captar y diseminar por la organización el conocimiento de sus empleados y mantenerlo cuando éstos abandonan la empresa. El problema de las soluciones actuales a este problema es que no transforman el conocimiento en aprendizaje. Dan la impresión de ser costosísimas bases de datos especializadas con una aplicación propia para su gestión, y habitualmente no cumplen los estándares actuales de las plataformas de formación. Para ser realmente útiles y cumplir su misión, deberían ser capaces de discernir qué es relevante y útil y qué no lo es. Después, el conocimiento seleccionado debería transformarse en contenidos de aprendizaje basados en algún estándar.

## 2.2. Elementos de *e-learning*

Las iniciativas de lo que denominamos *e-learning* son algo más que un curso que se encuentra digitalizado y usamos un ordenador para su estudio. Podemos definirlo como (Foix y Zavando, 2002):

*aquella actividad que utiliza de manera integrada y pertinente computadores y redes de comunicación, en la formación de un ambiente propicio para la construcción de la experiencia de aprendizaje*

Esta actividad puede desarrollarse de forma síncrona: compartiendo con el profesor o el resto de compañeros el mismo tiempo; o asíncrona, si las intervenciones de unos y otros quedan diferidas en el tiempo.

De esta definición (y muchas otras semejantes que encontramos en la literatura), vemos que se trata de un caso muy particular de la EaD, cuya única diferencia es la utilización de ordenadores y redes de telecomunicaciones para como soporte para los contenidos y la comunicación, compartiendo las características de la cuarta generación de la EaD (García Aretio, 2002).

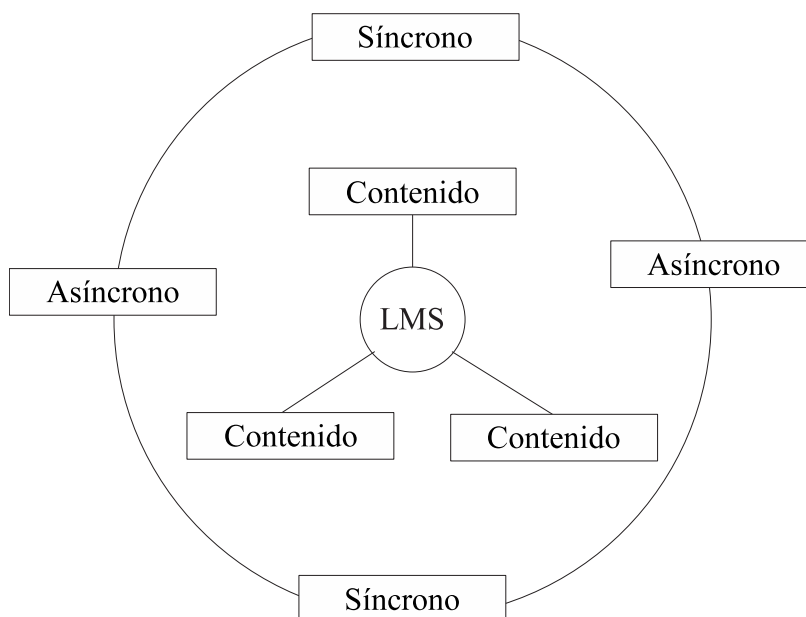


Figura 2.1: Componentes del *e-learning* (Foix y Zavando, 2002)

En los sistemas de *e-learning*, se identifican tres elementos. En primer lugar, una **plataforma** para que da soporte a todas las actividades formativas y de gestión que tienen lugar durante los aprendizajes. Se suele utilizar mucho sus siglas en inglés: LMS (*Learning Management System*). En segundo lugar, los **contenidos** para el estudio o *courseware*. Y por último, **herramientas de comunicación**, tanto síncrona como asíncrona, que permiten en contacto entre los participantes del curso. Podemos ver que se trata de dar un soporte basado en las computadoras homogéneo y compatible para la teoría del diálogo didáctico mediado (García Aretio, 2002).

El núcleo central de los sistemas de *e-learning* es la plataforma de formación, y sobre ella recaen los aspectos de estandarización que se describen a lo largo de este documento. Básicamente, se trata de una aplicación (o un conjunto de aplicaciones) para servidores de Internet cuyas funciones principales son:

- la gestión de los usuarios: inscripción, control de acceso, control de los aprendizajes e itinerarios formativos, generación de informes, etc.
- la gestión de los cursos, que incluye su distribución, el registro de la actividad de los usuarios (alumnos principalmente, pero también de los profesores), interacciones con el material formativo, tests, evaluaciones, tiempos de acceso, etc.
- gestión de los servicios de comunicación como apoyo del material di-

dáctico y soporte para los aprendizajes. Las principales herramientas son el correo electrónico, foros de discusión, charlas o soporte para videoconferencia.

### 2.3. Objetos de aprendizaje

La aportación que ha tenido un mayor impacto en el *e-learning* en esta década es el concepto de **objeto de aprendizaje**. Son el núcleo de un nuevo paradigma de creación de contenidos que requieren un cambio drástico en el diseño instruccional, la arquitectura de las plataformas y de los sistemas de distribución de contenidos.

Fueron seleccionados por la IEEE para distribuir pequeños componentes instruccionales, autocontenidos y reutilizables, que se pueden distribuir a través de Internet. Las definiciones existentes son excesivamente vagas y algo confusas. Para la IEEE, un objeto de aprendizaje (LO –*Learning Objects*–<sup>2</sup>) es *cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada o referenciada durante el aprendizaje basado en el ordenador*. Wiley (2000) lo define como *cualquier recurso digital que puede ser utilizado para soportar aprendizaje*.

Un objeto de aprendizaje es un bloque que puede combinarse de infinitas formas para construir colecciones de objetos que forman lecciones, cursos, módulos, etc. La decisión de qué objetos forman una colección puede realizarse previamente por el diseñador de los contenidos, o puede dejarse que sea el propio alumno quien, en tiempo real, utilice los LO para diseñar su propio itinerario formativo. Las plataformas de formación deben ser capaces de añadir, eliminar y reorganizar los LO basándose en la situación de cada alumno.

Los objetos de aprendizaje proporcionan algunas de las características que se consideran clave en el proceso de estandarización de las soluciones de *e-learning* (ver Capítulo 3):

**Reutilización.** Los contenidos de aprendizaje se dividen en pequeñas unidades de instrucción apropiadas para poder utilizarlas en varios cursos.

**Interoperabilidad:** Las unidades instruccionales pueden integrarse independientemente de su desarrollador o de la plataforma para la que hayan sido diseñadas.

**Durabilidad:** Las unidades de instrucción siguen siendo utilizables aunque cambien las tecnologías para su presentación y distribución.

---

<sup>2</sup>Emplearemos las siglas en inglés por estar comúnmente reconocidas en este área, y para facilitar la comprensión de otros términos y siglas utilizadas en los estándares de *e-learning*.



**Accesibilidad:** El contenido está disponible en cualquier parte y en todo momento.<sup>3</sup>

El principal problema a la hora de definir y de trabajar con LO es la falta de estándares que soporten la interoperabilidad y la reutilización de estos objetos. Para tratar de solucionar este problema, durante la pasada década surgieron numerosas iniciativas, de las cuales las más relevantes son (Santacruz, Aedo, y Delgado, 2001):

**Dublin Core** (1995) Concebido para la descripción de recursos web, y luego extendido a museos y bibliotecas. Se centra en la búsqueda eficiente de materiales y recursos a través de Internet.

**LALO** (1995) Creación de objetos de aprendizaje independientes.

**Warwick Framework** (1996) Construido sobre las bases de *Dublin Core* (se trata de una revisión realizada por la propia organización) para conseguir una versión más concreta, operacional y usable. Promueve la interoperabilidad entre distintos sistemas.

**ARIADNE** (1996) Ha construido un gran repositorio de objetos pedagógicos llamado *Knowledge Pool System*.

**IMS** (1997) Se asienta sobre las bases de *Dublin Core* y *Warwick Framework* para desarrollar su modelo de LO que queda reflejado en varias de sus especificaciones.

**IEEE** (1997) En concreto, el grupo de trabajo IEEE1484.12, Learning Object Metadata, encargado de la definición de objetos de aprendizaje

**ADL** (1997) El núcleo de la propuesta de ADL es un sistema de intercambio de LO, como queda reflejado en el nombre de su especificación SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*). Se basa en la especificación de IMS y en las técnicas de etiquetado de *Dublin Core*.

---

<sup>3</sup>Este concepto de accesibilidad no se corresponde con la utilización de este término en algunos estándares. En el mundo informático y de contenidos de Internet, usualmente hace referencia a la posibilidad de acceso a información limitada. IMS lo define como «*la tecnología que puede ser usada sin tener acceso pleno a una o más canales de entrada y salida, usualmente visuales y auditivas*».



## Capítulo 3

# Estándares para plataformas de formación

### 3.1. Estándares. Proceso de estandarización

Con desarrollo de aplicaciones para Internet ha surgido la necesidad de disponer de estándares para el intercambio de información y de datos de procesamiento. HTML o XML han llegado a ser estándares *de facto*, asumidos por la industria sin que ninguna empresa las haya creado ni disponga de los derechos sobre estos lenguajes. Las especificaciones para estos estándares abiertos han sido creadas por académicos y profesionales de todo el mundo, trabajando de forma conjunta en un consorcio dedicado a la mejora de la tecnología para el beneficio de todos.

El modelo para el desarrollo de los estándares para el aprendizaje en línea deben ser los mismos. Los actores involucrados actualmente en este proceso no tienen intereses comerciales en los estándares. Su propósito es reducir el coste de las soluciones actuales.

#### 3.1.1. ¿Qué es un estándar?

No hay grandes diferencias entre las distintas definiciones que podemos encontrar en la literatura. Todas ellas hacen referencia a los mismos elementos: se trata de un documento, se crea para el su uso común y contiene una serie de reglas o de normas. El documento ISO/IEC Guide 2:1996 define un estándar como *un documento, establecido por consenso y aprobado por un cuerpo reconocido, que proporciona, para el uso común y repetido, reglas, guías o características para actividades o sus resultados, dirigidas a alcanzar el grado de orden óptimo en un contexto dado.*

Según la BSI (*British Standard Institute*), un estándar es *una especificación publicada que establece un lenguaje común y contiene una especificación técnica diseñada para ser usada constantemente como una regla, una definición.*

Los estándares son muy variados en su carácter, en el área a la que hacen referencia y al medio al que afectan. En general, los estándares (WSSN,

2004):

- cubren varias disciplinas, haciendo referencia a aspectos técnicos, económicos y sociales de la actividad humana;
- son coherentes y consistentes, especialmente entre áreas diferentes;
- son el resultado de la participación de las partes involucradas y validados por consenso;
- son un proceso vivo: se basan en la experiencia actual y conducen a resultados reales en la práctica;
- están actualizados, por un proceso de revisión periódico;
- con reconocimiento nacional o internacional.

Por lo general no son obligatorios, sino de aplicación voluntaria. No se trata, pues, de leyes; son documentos que definen características de productos, servicios o procesos de acuerdo a criterios técnicos.

Algunas de las organizaciones más relevantes en la creación de estándares son las siguientes:

**ISO** (*International Organization for Standardization*): Fundada en 1947, está formada por 145 miembros (uno por país) y se centra en el desarrollo de actividades de estandarización en el campo intelectual, científico, técnico y económico.

**IEC** (*International Electrotechnical Commission*): Fundada en 190, es la responsable de la estandarización de los campos eléctrico, electrónico y otras tecnologías relacionadas.

**ITU** (*International Telecommunication Union*): Su nacimiento data de 1865 y en la actualidad engloba 190 miembros de distintos estados y unos 650 miembros del sector. Sus recomendaciones se centran en el campo de las telecomunicaciones y las radiocomunicaciones.

Las organizaciones análogas a nivel europeo son el CEN (*European Committee for Standardization*), el CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*) y la ETSI (*European Telecommunications Standards Unit*).

EL proceso general para la elaboración de un estándar sigue estos pasos (Masie, 2002):

1. Investigación y desarrollo para identificar posibles soluciones.

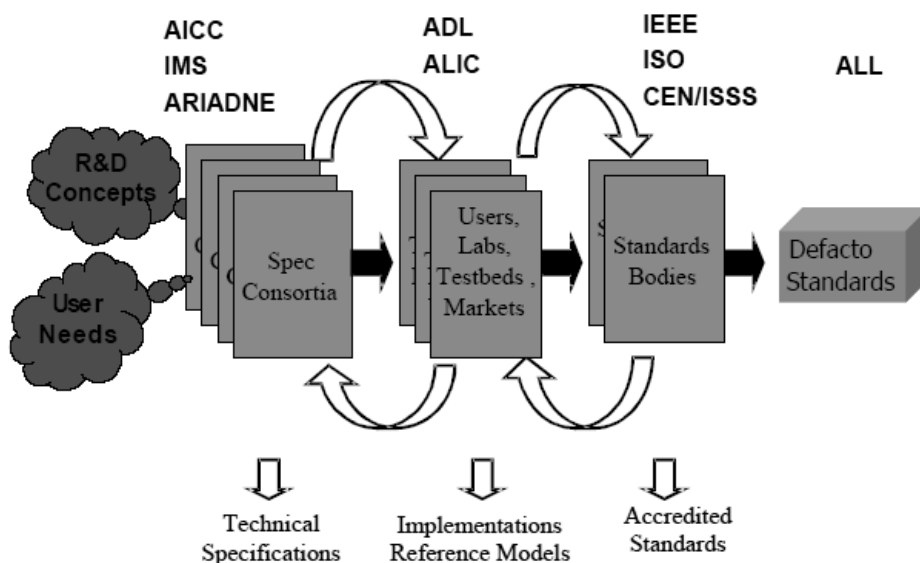


Figura 3.1: Modelo de evolución de estándares (Masie, 2002)

2. Elaboración de una *especificación*, documentada para que pueda ser implementada y codificada.
3. La especificación se coloca en situaciones de prueba para evaluar su funcionamiento.
4. Acreditación y obtención del estado de estándar internacional (si es el caso).

### 3.1.2. Estándar vs. especificación

En ocasiones es difícil diferenciar entre una especificación y un estándar, ya que ambos son documentos técnicos que recogen reglas y normas de uso.

Una *especificación* es una descripción documentada. Algunas llegan a ser un estándar, es decir, reciben alguna acreditación, pero las crean comités no acreditados, como IETF (*Internet Engineering Task Force*), W3C u OMG (*Object Management Group*).

Entre los estándares, distinguiremos dos tipos. Un estándar es *de jure* es un estándar por ley, la acreditación de una especificación por una organización acreditada como el IEEE, ISO, ANSI o CEN. Un estándar *de facto* es aquél que no ha sido acreditado, pero existe una masa crítica, una mayoría que elige adoptar una especificación, como es el caso de HTML.

El estado ideal es que un estándar *de jure* lo es también *de facto*.

## 3.2. Estándares para *e-learning*

En el área de las NN TT aplicadas a la educación, se observa la ausencia de una metodología común que garantice la accesibilidad, la interoperabilidad, la durabilidad o la reutilización de los materiales didácticos que se encuentran en Internet.

La adhesión a los estándares permite a los desarrolladores de contenidos crear componentes independientes de la plataforma educativa que finalmente se vaya a utilizar, incrementando de esta forma el tiempo de uso del componente.

El entorno académico ha utilizado esta tecnología de manera experimental y poco formal en la mayoría de los casos. Pero para tener éxito, se debe dar paso a una forma forma de gestión de *e-learning* basada en **mejores prácticas** que contribuyan a la calidad educativa.

La proliferación de plataformas de formación va en contra de los principios básicos de productividad, por lo que resulta necesario el uso de estándares que converjan hacia la eficiencia y la calidad de las organizaciones. Su utilización está enmarcada en la búsqueda de economía, pedagogía, tecnología, reutilización, contenidos y productividad (Álvarez, 2003).

### 3.2.1. Antecedentes

Las tecnologías aplicadas a la educación han evolucionado considerablemente en las últimas décadas. Sin embargo, parece que no ha habido un consenso en esta evolución, pues los sistemas son incapaces de intercambiar información entre sí. La información de los alumnos se almacena en formatos propietarios y en distintos sistemas de registros que imposibilitan transferirlos entre distintos sistemas, dificultando el movimiento de los alumnos entre instituciones. Mientras que las bibliotecas disponen de métodos eficientes para la categorización y descripción de textos, no parece que exista algo semejante para los materiales de aprendizaje.

El crecimiento de Internet no ha hecho más que resaltar el problema. Las personas queremos encontrar fácilmente contenidos en la red e incorporarlos a nuestros cursos. Los alumnos quieren moverse de una institución a otra llevándose sus registros consigo. Los profesores deseamos tener además un buen soporte para las tareas administrativas. Alcanzar todo esto es un punto clave para hacer realizar el aprendizaje a lo largo de toda la vida y un espacio común de educación (CETIS, 2004).

Para prevenir esta situación, es preciso disponer de estándares que garanticen la interoperabilidad de los sistemas. Y no sólo para el contenido, sino también para la forma de empaquetarlos, definir su secuenciación y cualquier otra tarea que se precise para poder transferirlos entre distintas plataformas y entornos.

En este punto, aparecen dos grandes dificultades. En primer lugar, las necesidades de los usuarios y las de los fabricantes son muy distintas. Implementar los estándares es una tarea costosa y deja su sistema desprotegido de la competencia y de los propios usuarios. En segundo lugar, es difícil definir estándares totalmente intercambiables sin que ello afecte en alguna medida a la funcionalidad.

Durante la pasada década, varias organizaciones han comenzado a definir estándares para los distintos modelos que forman la arquitectura de las plataformas de formación: alumnos, contenidos, pruebas, estrategias docentes, etc. Entre todas ellas destacan cuatro: AICC, IEEE, IMS y ADL. En la siguiente sección se describen con detalle sus objetivos, sus líneas de trabajo y las principales aportaciones que han realizado a la estandarización del *e-learning*.

### 3.2.2. Utilidad de los estándares en *e-learning*

La necesidad de estándares para *e-learning* es un hecho clave para el desarrollo generalizado de este tipo de soluciones para la EaD. Hoy en día, es tecnológicamente posible que cualquier institución se adentre en estas iniciativas, pero el éxito de su implantación global y generalizada pasa por la disponibilidad de un sistema que garantice, entre otras cosas, la interoperabilidad de las distintas plataformas de formación y la durabilidad de los contenidos desarrollados para ellas.

El sistema debe facilitar (Martínez, 2003):

- transferencia automática de datos personales, de gestión, formativos, . . . entre la plataforma educativa y las aplicaciones de gestión de recursos humanos de la institución;
- soportar y gestionar cursos de varios orígenes;
- gestionar datos **completos** de la actividad formativa, tales como itinerarios, actividades realizadas o información de evaluación;
- importación y exportación de todos los datos de gestión y de seguimiento

El éxito del estándar que finalmente surja depende de un gran número de factores, algunos de ellos ajenos al propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Masie (2002) destaca la capacidad para:

- mezclar los contenidos de varias fuentes;
- desarrollar contenidos intercambiables;
- disminuir el riesgo de la inversión en la tecnología;

- aumentar la efectividad del aprendizaje por la personalización;
- mejorar la eficiencia en el desarrollo de contenidos didácticos;
- aumentar la calidad y la cantidad de los contenidos

La utilización de estándares para diseñar materiales de *e-learning* conlleva una serie de ventajas, entre las cuales cabría resaltar (CESGA, 2004):

- incrementar la calidad y cantidad de los contenidos;
- posibilita el intercambio (compra-venta) de cursos;
- personalizar y reutilizar contenidos;
- asegurar la compatibilidad;
- garantiza el intercambio de contenidos;
- permite la búsqueda de contenidos;
- fomenta la profesionalización en la creación de contenidos;
- aumenta la eficiencia de los contenidos en línea y, además, facilita su gestión;
- garantiza la viabilidad de la inversión en *e-learning*;
- aumenta la oferta de cursos;
- los productos no quedan obsoletos;

### 3.2.3. Cuestiones abordadas por los estándares

Los estándares hacen referencia al contenidos, a los alumno y a la interoperabilidad entre plataformas.

Las áreas principales a las que se refiere la estandarización son tres (Macromedia, 2004): la interfaz de comunicaciones (API), la utilización de metadatos y el empaquetamiento.

La **interfaz de comunicaciones** indica cómo los distintos recursos de aprendizaje pueden intercambiar información entre sí. Para los desarrolladores de contenidos, el protocolo más aceptado es el denominado AICC HACP (*Hypertext AICC Communication Protocol*), que describe un conjunto de registros sobre el rendimiento de los alumnos y su itinerario formativo. La tendencia actual es la implementación de un protocolo alternativo de ADL denominado *API Communication* o también LMS API. La principal diferencia entre ambos es que el protocolo de AICC especifica un conjunto mayor de elementos para la comunicación. La propuesta de ADL emplea



un subconjunto de éste, e incluso así lo toma como un vocabulario potencial, sin considerar la necesidad de que realmente sea necesario el vocabulario completo.

La disponibilidad de **metadatos** proporciona recipientes para almacenar información sobre cualquier recurso de aprendizaje. Por ejemplo: el tiempo de conexión del alumno a una lección, una descripción del contenido, el lenguaje utilizado, tipo de fichero, etc. Toda esta información es útil para otras personas que deseen utilizar este recurso e integrarlo en sus propias iniciativas de aprendizaje. En este sentido, el estándar más aceptado es LOM (de IEEE) y se incluye en las especificaciones de IMS y de ADL.

Por último, con el término **empaquetamiento** se hace referencia a la recolección y a la descripción de los elementos de un curso. Las iniciativas más relevantes en la actualidad son el archivo de estructura de cursos CSF de AICC y la especificación para el empaquetamiento de contenidos CPS de IMS. Ambas quedan recogidas y ampliadas en el documento de ADL SCORM.

La propuesta de AICC incorpora la representación de prerrequisitos para una lección. La especificación CPS de IMS utiliza un fichero XML con tres divisiones:

- metadatos: información descriptiva sobre el curso completo utilizando elementos de LOM;
- una tabla de contenidos: lecciones o cualquier otro punto de entrada;
- recursos: una lista de ficheros o URL necesarias para desplegar el curso.

El fichero resultante se denomina *manifiesto*.

### 3.3. Organizaciones que se dedican a la estandarización

La posesión de una plataforma de formación puede facilitar el intercambio y la cooperación entre instituciones educativas, fomentar el intercambio de docentes y posibilitar la docencia a distancia por la fácil portabilidad de los contenidos de unas instituciones a otras o de la institución a los alumnos (Hernández, 2003).

Diversas organizaciones están trabajando en la elaboración de estándares y especificaciones para confeccionar recursos integrables en diferentes plataformas. Al principio, los esfuerzos estaban dirigidos por varias industrias que se solapaban unas con otras y se comportaban como rivales. Hoy, los esfuerzos se aúnan, trabajando en conjunto y creando iniciativas comunes.

Las iniciativas más importantes para conseguir estándares en *e-learning* se describen a continuación (Martínez, 2003; Macromedia, 2004; Foix y Zavando, 2002; Álvarez, 2003; CESGA, 2004).

### 3.3.1. AICC

El AICC (*Aviation Industry CBT Committee*) es el primer organismo con normas para el intercambio de cursos de EAO, comenzando sus actividades en 1992. Su propósito era la creación de cursos de formación para la industria de la aviación. Desarrollaron varios modelos para la formación virtual que han quedado reflejadas en varias guías denominadas AGR (*AICC Guidelines and Recommendations*).

El objetivo de esta organización es *conseguir una formación eficiente, sostenible y con un coste eficaz (ajustado a los resultados)*.

Su principal aportación es la propuesta de CMI (*Computer Managed Instruction*), que proporciona un conjunto de normas para el intercambio de contenidos entre plataformas de formación y para la gestión y el seguimiento de los resultados de aprendizaje. Se compone de los siguientes subcomités:

- Computer Managed Instruction (CMI)
- Communication
- Digital Electronic Library Systems (DELS)
- Independent Test Lab
- Management and Processes
- Training Infrastructure
- Training Technology

Las especificaciones del AICC cubren las siguientes áreas:

- AGR 001: AICC Publications
- AGR 002: Courseware Delivery Stations
- AGR 003: Digital Audio
- AGR 004: Operating/Windowing System
- AGR 005: CBT Peripheral Devices
- AGR 006: Computer-Managed Instruction
- AGR 007: Courseware Interchange
- AGR 008: Digital Video
- AGR 009: Icon Standards: User Interface
- AGR 010: Web-Based Computer-Managed Instruction

De todas ellas, la AGR 010 es la más seguida. Hace referencia a la interoperabilidad de las plataformas de formación.

### 3.3.2. IEEE-LCTS

El IEEE *Learning Technologies Standards Committee (LTSC)* promueve la creación de una norma ISO. Mejora el trabajo de la AICC a través de la utilización de **metadatos**. Trabaja de forma coordinada con ISO/IEC JTC1 SC36: comité creado por ISO/IEC para la normalización en el ámbito de la tecnología de la información para la formación, la educación y el aprendizaje.

El objetivo de este grupo son desarrollar los estándares técnicos, recomendaciones prácticas y guías para componentes de *software* y herramientas y métodos de diseño.

Su aportación más significativa es LOM (*Learning Objects Metadata*), que define elementos para describir los recursos de aprendizaje.

LTSC tiene más de una docena de grupos de trabajo (*working groups* o WG) y grupos de estudio (*study groups* o SG) que desarrollan especificaciones para la industria del e-learning. Los siguientes grupos de trabajo son parte de las actividades generales de la IEEE LTSC:

IEEE 1484.1 Architecture and Reference Model  
IEEE 1484.3 Glossary

Los siguientes grupos de trabajo son parte de las actividades relacionadas con los datos y el metadata:

IEEE 1484.12 Learning Object Metadata  
IEEE 1484.14 Semantics and Exchange Bindings  
IEEE 1484.15 Data Interchange Protocols

Los siguientes grupos de trabajo son parte de las actividades relacionadas con los LMS y las aplicaciones:

IEEE 1484.11 Computer Managed Instruction  
IEEE 1484.18 Platforms and Media Profiles  
IEEE 1484.20 Competency Definitions

### 3.3.3. IMS

El IMS *Global Learning Consortium* está formado por más de 250 miembros que provienen de instituciones educativas y empresas públicas y privadas. Tiene como objetivos ayudar a definir especificaciones técnicas para la interoperabilidad y fomentar la implementación de las especificaciones en productos y servicios reales.

Este consorcio pone en práctica las recomendaciones de AICC y de IEEE utilizando XML para describir aspectos clave de cursos, lecciones, asignaturas, alumnos y grupos. IMS elabora las siguientes especificaciones:

1. Especificaciones usadas para describir, descubrir e intercambiar contenidos
  - *Learning Object Metadata (LOM)*: Esta especificación entrega una guía sobre cómo los contenidos deben ser identificados o y sobre cómo se debe organizar la información de los alumnos de manera de que se puedan intercambiar entre los distintos servicios involucrados en una plataforma. La especificación para metadata del IMS consta de tres documentos: *IMS Learning Resource Metadata Information Model*, *IMS Learning Resource XML Binding Specifications*, *IMS Learning Resource Meta-data Best Practices and Implementation Guide*.
  - *Content Packaging*: Esta especificación provee la funcionalidad para describir y empaquetar material de aprendizaje, ya sea un curso individual o una colección de cursos, en paquetes portables e interoperables.
  - *Question and Test Interoperability (QTI)*: El IMS QTI propone una estructura de datos XML para codificar preguntas y test online. El objetivo de esta especificación es permitir el intercambio de estos tests y datos de evaluación entre distintas plataformas.
  - *Digital Repositories*: El IMS está en el proceso de creación de especificaciones y recomendaciones para la interoperación entre repositorios digitales.
2. Especificaciones para la interacción con el contenido y el seguimiento
  - *Simple Sequencing*: Esta especificación define reglas que describen el flujo de instrucciones a través del contenido según el resultado de las interacciones de un alumno con el contenido.
  - *Competency Definitions*: El IMS (al igual que la IEEE) están en el proceso de crear una manera estandarizada de describir, referenciar e intercambiar definiciones de competencias. En esta especificación, el término competencia es usado en un sentido muy general, que incluye habilidades, conocimiento, tareas, y resultados de aprendizaje.
  - *Learning Design*: Este grupo de trabajo del IMS investiga sobre las maneras de describir y codificar las metodologías de aprendizaje incorporadas en una solución *e-learning*.
  - *Accessibility*: Este grupo de trabajo promueve el contenido de aprendizaje accesibles a través de recomendaciones, guidelines, y modificaciones a otras especificaciones. Tecnología accesible se refiere a la tecnología que puede ser usada sin tener acceso pleno a una o más canales de entrada y salida, usualmente visuales y auditivas.

### 3. Especificaciones para la interoperabilidad de las aplicaciones

- *Learner Information Packaging (LIP)*: Esta especificación define estructuras XML para el intercambio de información de los alumnos entre sistemas de gestión de aprendizaje, sistemas de recursos humanos, sistemas de gestión del conocimiento, y cualquier otro sistema utilizado en el proceso de aprendizaje.

#### 3.3.4. ADL

La iniciativa ADL (*Advanced Distributed Learning*) es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos que se creó en 1997 con el objetivo de garantizar el acceso a la educación y a materiales de calidad ajustables a las necesidades individuales, así como facilitar su disponibilidad.

No es un organismo que se dedique a definir sus propios estándares, sino que recoge e integra las propuestas de otros grupos, en concreto de los tres anteriores: AICC, IEEE e IMS. Su propuesta es la denominada SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*), que podría traducirse como Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables.

SCORM está formado por un conjunto de tres libros técnicos que recogen los diversos aspectos de la especificación, más un cuarto libro que ofrece una visión general sobre el estándar. Los libros son:

- *Overview*: Introducción a los elementos de SCORM y su terminología.
- *Content Aggregation Model (CAM)*: Información sobre la confección, etiquetado y empaquetamiento de los contenidos de aprendizaje
- *Run-Time Environment (RTE)*: Requerimientos para la ejecución de los contenidos, comunicación, seguimiento, transferencia de datos y gestión de errores.
- *Sequence Information & Navigation (SN)*: Descripción de las reglas que marcan la secuencia de navegación entre distintos objetos de aprendizaje.

## 3.4. Clasificación de los estándares

En el trabajo de Álvarez (2003) se enumeran los principales estándares clasificados en categorías:

### Centrados en el contenido

Se refieren a especificaciones y estándares relacionados con el contenido (cursos, asignaturas, etc.) Las especificaciones y estándares en esta categoría, establecen las pautas para describir, empaquetar, entregar, ejecutar y

auditar contenidos por los diferentes sistemas. Entre los más representativos destacan:

- SCORM, desarrollado de una colección de especificaciones. Es un modelo, no un estándar.
- AICC proporciona la posibilidad de utilizar gráficos inteligentes.
- ASTD se centra en la calidad del contenido.
- *CanCore Learning Object Metadata Application Profile*. Promueve mejores prácticas en elaboración de contenidos para ser utilizados en educación.
- IEEE *Learning Object Metadata (LOM)*. Cataloga objetos de contenido.
- IEEE CMI (*computer managed instruction*). Describe que información se debe comunicar a una plataforma de formación.
- IMS *Accessibility Content*. El grupo de trabajo de IMS sobre accesibilidad proporciona contenidos educativos accesibles siguiendo guías y recomendaciones de otras instituciones.

#### Centrados en el estudiante

Especificaciones y estándares orientados al estudiante. Incluye:

- HR-XML: especificaciones para las competencias del estudiante.
- IMS *Learner Information Packaging*. Facilita el intercambio de aprendizaje entre sistemas
- IMS *Reusable Competency Definitions*. Basado en competencias del estudiante.
- *SC36 Learner Model*. Información relativa al estudiante.

#### Centrados en los sistemas

Son estándares para la interoperatividad de plataformas.

- IMS *Digital Repository Interoperability*. Recomendaciones para la interoperación de repositorios digitales.
- IMS *Enterprise System*. Especificaciones para intercambio de información entre sistemas de recursos humanos o control de estudios y las plataformas *e-learning*.

- *SC36 Identifiers System*. Para identificar diferentes estudiantes en diferentes sistemas.
- *SC36 Knowledge Management*. Especificaciones para la gestión y la distribución del conocimiento vía la tecnología *e-learning*.
- *IMS Question and Test Interoperability*. El IMS QTI propone una estructura de datos XML para codificar preguntas y test online. El objetivo de esta especificación es permitir el intercambio de estos tests y datos de evaluación entre distintas plataformas.

### Generales

Para acabar, existen algunos estándares de carácter general entre los que se encuentran:

- *CEN/ISSS Workshop*. Localiza versiones de LOM, calidad, condiciones de derechos de autor, accesibilidad, arquitectura de plataformas y mucho más. Es un comité de estandarización europeo.
- *IEEE Platform and Media Profiles* Es un comité perteneciente al IEEE SC36 que trabaja para generar perfiles para sistemas de *e-learning* que recolecten una serie de funcionalidades para luego poder incorporarlas fácilmente a sus herramientas.
- *SC36 Vocabulary*. Define la terminología relacionada con la estandarización para el ISO/IEC JTC1 SC36 y para toda la tecnología desarrollada por sus comités y grupos de trabajo.
- *SC36 Collaborative technology*. Estandarización relacionada con las TI para la colaboración y para todas las tecnologías que le dan soporte.





## Capítulo 4

# Descripción de la iniciativa SCORM

### 4.1. El estándar SCORM

Desde su formación, ADL reconoce la necesidad de disponer de un estándar, de un modelo de referencia para especificar el contenido instruccional y también las cuestiones referentes a su almacenamiento, presentación al usuario y distribución a través de Internet. Para ello, definen el modelo SCORM, que no es otra cosa que un modelo coordinado para dotar al *e-learning* con una colección de métodos estándares que puedan ser ampliamente aceptados e implementados.

SCORM divide el mundo de la tecnología del aprendizaje en dos componentes fundamentales: la plataforma de formación (LMS) y los objetos de contenido intercambiables (SCO –*Sharable Content Objects*–). Los SCO constituyen su visión particular de los objetos de aprendizaje. La plataforma es cualquier elemento que almacena información sobre los estudiantes, es capaz de lanzar y de comunicarse con los SCO y puede interpretar las instrucciones que le indican la secuencia correcta entre un conjunto de SCO.

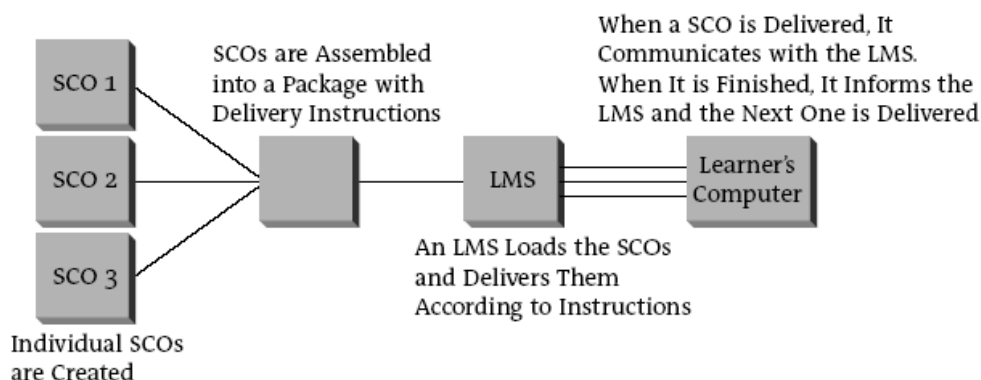


Figura 4.1: Modelo de trabajo con una plataforma SCORM

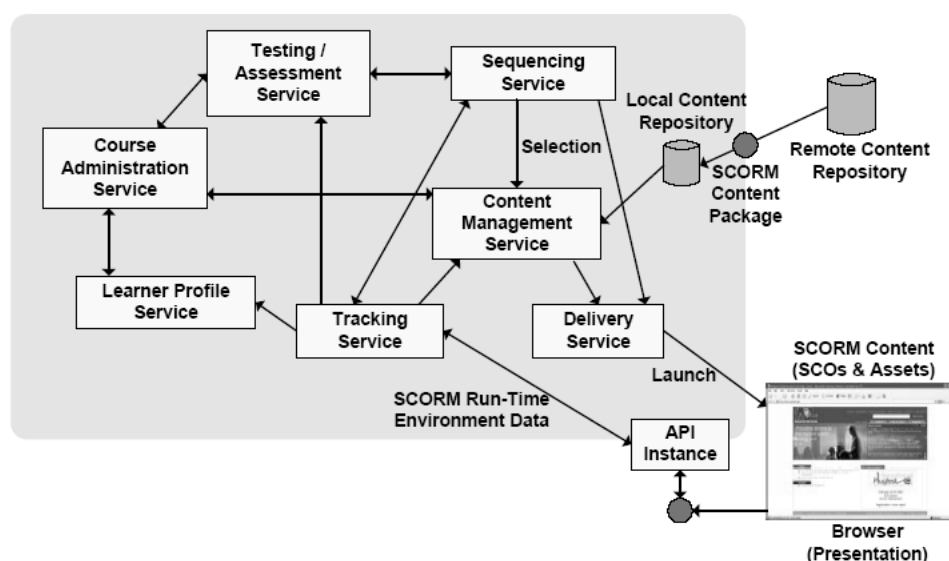


Figura 4.2: Modelo de plataforma de formación

SCORM exige un poco más a las plataformas de aprendizaje. El término LMS implica un entorno cliente-servidor que contiene la inteligencia suficiente para gestionar y distribuir los materiales didácticos a los estudiantes. Es el LMS quién determina qué debe entregar a cada alumno y cuándo hacerlo dependiendo de los itinerarios que cada alumno sigue a través de los contenidos.

Para conseguir un comportamiento de estas características, los objetos de aprendizaje no deben contener ninguna restricción sobre sus reglas de navegación (ordenamiento) dentro de una unidad instruccional. Si lo hiciéramos así, estaríamos limitando la posibilidad de reutilizar un objeto aislado. En su lugar, se definen unas reglas externas de navegación que corresponden al objeto agregado (a la unidad de instrucción, compuesta por varios objetos de aprendizaje). La plataforma debe ser capaz de interpretar estas reglas y de proporcionar el contenido a los alumnos siguiendo las normas que éstas establecen.

La visión de una plataforma de formación basada en SCORM es un conjunto de aplicaciones que proporcionan al diseñador y a los usuarios de las mismas una serie de facilidades que les permite distribuir, realizar el seguimiento y gestionar contenidos de aprendizaje, el progreso de los estudiantes y la interacción entre los alumnos.

Un modelo muy generalizado que muestra el conjunto de servicios potenciales que proporciona una plataforma de formación es la que muestra la Figura 4.2.

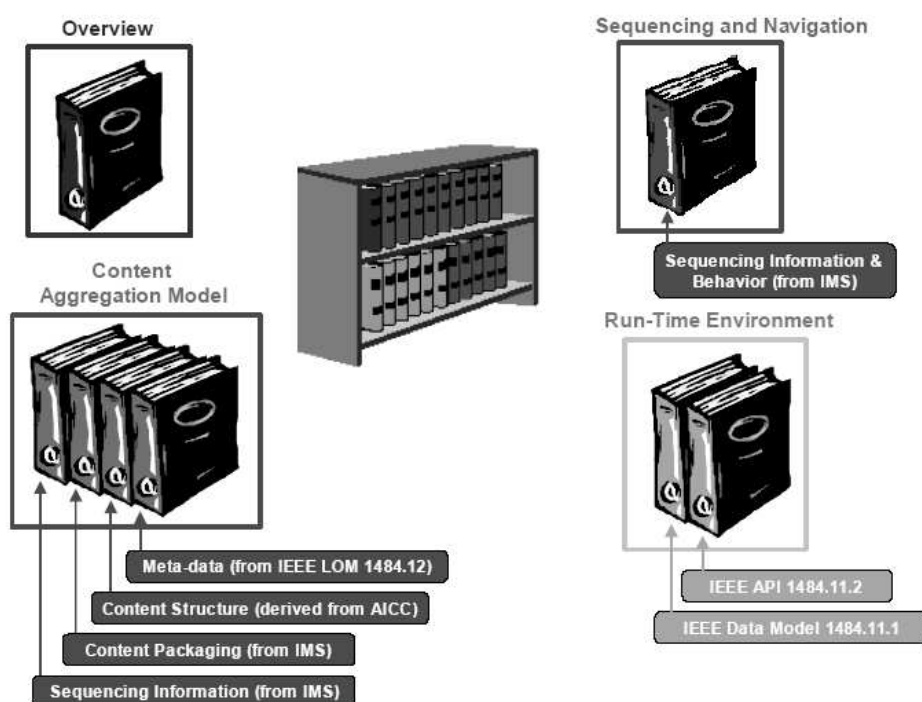


Figura 4.3: Visión general de las especificaciones de SCORM

## 4.2. Organización de SCORM

SCORM es una colección de especificaciones y estándares que quedan recogidos en varios libros técnicos. La mayoría de las especificaciones se han tomado de otras organizaciones como IMS, AICC, ARIADNE e IEEE.

### SCORM 2004 Overview

Este libro cubre la historia y los objetivos de ADL, proporcionando información a un alto nivel conceptual sobre SCORM y las especificaciones de las que parte. En él se introduce la terminología de SCORM y de los elementos que componen su propuesta. También describe brevemente las áreas de los otros tres libros (CAM, RTE y SN), mostrando cómo se relacionan una con otras.

### SCORM 2004 Content Aggregation Model

Contiene una guía para identificar y agregar recursos dentro de un contenido de aprendizaje estructurado. Este libro describe una nomenclatura para el contenido de aprendizaje, denominado *SCORM Content Packaging*, basado en las especificaciones de LOM de la IEEE y en el *IMS Learning Resource Meta-data Information Model*.

El objetivo del modelo de agregación de contenidos de SCORM es proporcionar un medio común para construir contenidos educativos desde diversas fuentes compartibles y reutilizables.

Define cómo un contenido educativo puede ser identificado, descrito y agregado dentro de un curso o una parte de un curso, y cómo puede ser compartido por varias plataformas y repositorios.

Un paquete de contenidos agrupa una serie de objetos cuya organización se describe en un *manifiesto*. Un paquete puede representar un curso, una lección, un módulo o una colección de objetos que no se asimila con ningún nivel concreto. El manifiesto es un fichero XML de nombre "imsmanifest.xml".

Además, el paquete puede incorporar información para proporcionar instrucciones a la plataforma sobre cómo manejar su contenido. Algunos de estos elementos se emplean luego en el modelo SCORM RTE.

### SCORM 2004 Run-Time Environment

Incluye una guía para lanzar contenidos y hacerle un seguimiento en un ambiente basado en Web. Este libro es derivado del *CM1001 Guidelines for Interoperability* del AICC.

Como hemos comentado, un requerimiento de SCORM es que el contenido educativo sea interoperativo a través de múltiples plataformas, sin tener en cuenta las herramientas que se usen para crear o usar los contenidos. Para que esto sea posible, debe existir un método común para lanzar un contenido, un método común para que los contenidos se comuniquen con la plataformas y elementos de datos predefinidos que sean intercambiables entre la plataformas y el contenido durante su ejecución.

Los tres componentes del entorno de ejecución de SCORM son:

**Lanzador** Es el mecanismo que define el método común para que las plataformas lancen un SCO basado en Web. Este mecanismo define los procedimientos y las responsabilidades para el establecimiento de la comunicación entre el contenido a mostrar y el LMS. El protocolo de comunicación está estandarizado a través del uso común de la API.

**API** (*Application Program Interface*). Proporciona un conjunto de funciones predefinidas para que la plataforma pueda comunicarse y controlar a los SCO que lanza. El objeto queda enlazado a la plataforma cuando se lanza, enlace que se rompe cuando ya no se necesita el objeto. Las funciones también permiten que los objetos lean y escriban información en la plataforma y comprobar los errores que se produzcan durante el proceso.

**Modelo de Datos** Está formado por una lista estandarizada de elementos (un vocabulario) que se emplean para intercambiar información. Por

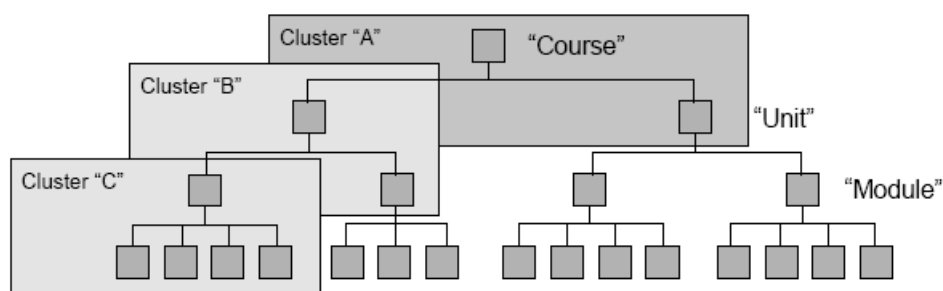


Figura 4.4: Estructura de un Árbol de Actividad

ejemplo, la puntuación que un estudiante ha obtenido al realizar un test contenido en un SCO.

#### SCORM 2004 Sequence Information and Navigation

El cuarto libro, que surge con la última versión de SCORM (SCORM 2004, que correspondería con la versión 1.3 siguiendo la nomenclatura inicial), describe cómo debe producirse la secuenciación de los contenidos almacenados en los SCO a través de una serie de eventos de navegación que pueden ser provocados por el estudiante o a iniciativa del propio sistema. Las posibles ramificaciones de los contenidos y los flujos que describen los posibles recorridos se establecen habitualmente durante el diseño.

En este libro se define un método para representar el comportamiento de una actividad de aprendizaje, que queda recogido en el **SCORM SN Model**. La plataforma debe incluir las funciones necesarias para seguir la secuencia indicada en el SCO en tiempo de ejecución. La estructura que se emplea para definir las ramificaciones y los recorridos por una actividad de aprendizaje es un **Árbol de Actividad** (ver Figura 4.4). Es una estructura conceptual que muestra las actividades que la plataforma de formación ha gestionado para cada usuario (determina el itinerario formativo seguido en la plataforma).

#### 4.3. Plataformas de formación que soportan SCORM

En el mercado existe una amplia variedad de plataformas. A continuación se mencionan aquellas que explícitamente utilizan algún estándar completo (habitualmente IMS o SCORM) o una parte de ellos.

Plataforma	Descripción
.LRN	El sistema puede importar y exportar información del usuario con la IMS Enterprise Specification 1.1.

<b>Plataforma</b>	<b>Descripción</b>
ANGEL 6.1	Este software incorpora una certificación de estandarización con SCORM 1.2. Soporta la especificación IMS Enterprise 1.1. La empresa que lo proporciona soporta la migración entre los siguientes sistemas: BlackBoard o WebCT a ANGEL. Puede trabajar con la institución para migrar los cursos existentes en el nuevo sistema. LA propia aplicación incorpora herramientas que facilitan el paso de una versión a otra.
ATutor 1.4.2	T Soporta la IMS Content Packaging Specification 1.1.3. El sistema proporciona soporte para estándares industriales abiertos para el intercambio de datos, incluyendo SCORM, para facilitar la interoperabilidad, reutilización de objetos y portabilidad de los contenidos.
Avilar WebMentor 4.0	The software has been issued a certificate of compliance with SCORM 1.2. The product provider self-tested the software and reports that it is compliant with AICC AGR-010 (Web-based CMI Systems).
Bazaar 7	The documentation describes self reported compliance with instructional standards for learning objects including the IMS Global Learning Consortium, the IEEE, and the CanCore Learning Resource Metadata Application Profile.
BlackBoard 6	Soporta los siguientes estándares: SCORM 1.2, IMS Metadata 1.2.1, IMS Content Packaging 1.1.2 andy Microsoft LRN 3.0. Incluye herramientas para facilitar la migración de cursos desde distintas versiones del software.
Bodington	Proporciona el formato IMS QTI.
CentraOne 6.0	El un software auto-testeado conforme con AICC AGR-010 (Web-based CMI Systems). EL fabricante afirma que también es compatible con SCORM 1.1 y 1.2 y con Microsoft LRN 2.0.
Click2learn Aspen 2.0	El fabricante garantiza su cumplimiento de SCORM 1.2 y de with AICC AGR-010 (Web-based CMI Systems).
COSE 2.051	El sistema soporta los siguientes estándares: IMS Content Packaging 1.1.3 y IMS Metadata 1.2.2.
CourseWork	El software soporta los siguientes OKI OSIDs: OKI DBC and AuthZ 1.0.

<b>Plataforma</b>	<b>Descripción</b>
Desire2Learn 7.2	El fabricante garantiza que cumple la norma de SCORM 1.2 y soporta IMS Enterprise 1.1, IMS QTI 1.2, IMS Content Packaging Specification.
Desire2Learn 7.3	Ha recibido una certificación de conformidad con SCORM 1.2 RTE 3, y soporta IMS Enterprise 1.1, IMS QTI 1.2, y IMS Content Packaging Specification.
eCollege AU+	The product provider self-tested the software and reports that it is compliant with IMS metadata specification 1.1. The product provider will work with the institution to migrate existing courses into the system. The cost for this migration service is dependant on future licensing agreements. The product provider also offers a fee-based, on-site workshop to train instructors to convert course content by using a proprietary migration/conversion tool.
Educator	The product provider self-tested the software and reports that it is compliant with IMS metadata specification 1.2.2 and IMS Content Packaging 1.1.3.
Embanet hosting ANGEL	El fabricante soporta la migración entre las siguientes plataformas: Angel, BlackBoard, FirstClass, IntraLearn, Prometheus y WebCT. El sistema pueden importar y exportar contenidos usando IMS Content Packaging standard.
Embanet hosting BlackBoard	El fabricante soporta la migración entre las siguientes plataformas: Angel, BlackBoard, FirstClass, IntraLearn, Prometheis, and WebCT. El sistema admite los siguientes estándares: SCORM 1.2, IMS Metadata 1.2.1, IMS Content Packaging 1.1.2 y Microsoft LRN 3.0. Incluye herramientas para facilitar la migración de los contenidos entre versiones diferentes del software.
Embanet hosting FirstClass	El fabricante soporta la migración entre las siguientes plataformas: Angel, BlackBoard, FirstClass, Prometheus IntraLearn, and WebCT.
Embanet hosting IntraLearn	El fabricante soporta la migración entre las siguientes plataformas: Angel, BlackBoard, FirstClass, Prometheus IntraLearn, and WebCT. El fabricante ha chequeado el software y garantiza que es compatible con IMS metadata specification 1.2.2, y IMS Content Packaging 1.1.3. Puede importar contenidos que cumplan AICC, IMS, o LRN.

<b>Plataforma</b>	<b>Descripción</b>
Embanet hosting WebCT	El fabricante soporta la migración entre las siguientes plataformas: Angel, BlackBoard, FirstClass, Prometheus IntraLearn, and WebCT. El sistema pueden importar y exportar contenidos usando IMS Content Packaging standard.
IntraLearn SME 3.1.2	El fabricante ha chequeado el software y garantiza que cumple la IMS metadata specification 1.2.2, y IMS Content Packaging 1.1.3. Puede importar contenidos de cursos que cumplan AICC, IMS, o LRN.
Janison Toolbox 6.2	Puede importar y exportar cursos y objetos utilizando manifiestos. Soporta la inclusión de objetos de SCORM.
Jones e-education V2004	Permite importar contenidos de cursos que satisfagan la IMS.
Learnwise	Soporta el cumplimiento de los siguientes estándares: IMS Content Packaging, IMS Metadata/IEEE LOM, IMS Enterprise, IMS LIP, IMS QTI 1.2, y SCORM 1.2 CMI.
LON-CAPA 1.2	Puede importar software compatible con. El fabricante puede trabajar con la institución para ayudar a la migración de los cursos.
Moodle 1.4	Soporta la utilización de objetos SCORM. Incluye herramientas que facilitan la migración de cursos entre versiones distintas.
Teknical Virtual Campus	El fabricante garantiza que cumple IMS Meta-data v1.2.1, IMS Content Packaging v1.1.2, IMS QTI lite v1.1, IMS QTI v1.1, así como las AICC guidelines for interoperability CMI001 version 3.02, y SCORM Version 1.2 LMS-RTE2
TeleTop	Describe todos los contenidos de sus cursos usando especificaciones SCORM 1.1 y puede importar cursos y recursos que empleen manifiestos IMS.
The Learning Manager 3.2	El fabricante garantiza el cumplimiento de los estándares de contenidos de IMA y AICC.
The Learning Manager Enterprise Edition	El fabricante garantiza el cumplimiento de SCORM 1.2 (LMS-RTE3).
WebCT 4.1 Campus Edition	El fabricante garantiza el cumplimiento de: IMS Content Packaging 1.1.2, IMS QTI 1.1, IMS Enterprise 1.1, y Microsoft LRN 2.0. El fabricante puede trabajar con la institución para ayudarle a migrar los cursos existentes al sistema.



---

<b>Plataforma</b>	<b>Descripción</b>
Whiteboard 1.0.2	Incorpora herramientas que facilitan la migración entre distintas versiones del software.

Cuadro 4.1: Lista de plataformas que siguen los estándares principales (Edutools, 2004)



## Capítulo 5

# Descripción detallada de SCORM

### 5.1. Modelo de agregación de contenidos (CAM)

El modelo de agregación de contenidos (CAM) proporciona una manera consistente para describir la estructura de dichos contenidos, el contenido de aprendizaje, metainformación sobre los distintos componentes y su estructura y una serie de reglas que determinan los recorridos permitidos sobre los contenidos.

Representa una taxonomía neutra en lo que referente a un modelo pedagógico que sirva como base al estándar. En principio, este hecho debería facilitar la utilización de esta especificación en cualquier contexto educativo.

El CAM da soporte al proceso de creación y agregación de recursos de aprendizaje para formar componentes más complejos que puede asociarse a actividades de aprendizaje para su realización por parte de los estudiantes. Las reglas que establecen este comportamiento se dividen en cuatro partes:

- el **Modelo de Contenidos** proporciona una terminología común para ser usada en todo el CAM.
- el **Modelo de Empaquetado** ofrece la descripción y los requerimientos para componer objetos de aprendizaje y formar unidades más complejas.
- **Metadatos** para la descripción de los propios componentes de SCORM
- normas de **Secuenciación y Presentación** que luego serán utilizadas en las normas del libro SN.

### 5.2. Modelo de Contenidos

El Modelo de Contenidos de SCORM describe los componentes que define esta inciativa para construir recursos de aprendizaje, y cómo estos recursos

pueden combinarse en unidades de más alto nivel para formar unidades de instrucción.

La forma más básica es un **Recurso** (*Asset*). Los Recursos son representación electrónica de de textos, imágenes, sonidos, objetos de evaluación o cualquier otra entidad que pueda mostrarse en un navegador. Un recurso puede combinarse con otros para crear nuevos recursos. Se describen utilizando metadatos que permiten su búsqueda en repositorios de recursos y su reutilización.

Un **SCO** (Objeto de Contenido Intercambiable –*Shareable Content Object*–) es un una colección uno o más Recursos que representan un recurso de aprendizaje ejecutable capaz de comunicarse y de ser lanzado por una plataforma de formación. Es la unidad más pequeña que la plataforma puede manejar.

La diferencia entre un SCO con un único Recurso y el propio Recurso es la capacidad del SCO para comunicarse con la plataforma. Para ello, emplea el *IEEE ECMAScript API for Content to Runtime Services Communication*. A través de este API el SCO es capaz de localizar el punto de entrada a la plataforma, iniciar la comunicación con ella, operar sobre la plataforma leyendo y escribiendo datos en ella y terminar la comunicación cuando ya no sea necesaria. De todos estos métodos, los únicos obligatorios para todos los SCO son los que permiten iniciar y terminar la comunicación. El resto dependerá de la naturaleza del contenido.

Para mejorar la reutilización de los SCO, éste debe ser todo lo independiente posible del contexto de aprendizaje. Si mantiene relaciones muy estrechas con otros objetos, será muy difícil poder aprovecharlo en otros entornos. Además, de esta manera puede integrarse fácilmente en unidades de instrucción de más alto nivel (actividades)

Una **Organización de Contenidos** es un mapa que representa el uso de los distintos contenidos (Recursos o SCO) a través de un conjunto de unidades de instrucción denominadas **Actividades**. Estas actividades pueden estar a su vez formadas por más actividades, sin que haya límite en el nivel de anidamiento ni ninguna relación preestablecida con otras taxonomías (cursos, capítulos, lecciones, etc.). Tanto las Organizaciones de Contenidos como las Actividades tiene asociado los metadatos que permiten reutilizarlas y localizarlas en repositorios.

### 5.2.1. Modelo de Empaquetado

Una vez que el contenido de aprendizaje está construido, es necesario ponerlo a disposición de los alumnos, herramientas de autor, repositorios o plataformas de contenidos. Para ello, SCORM utiliza de forma estricta la especificación IMS Content Packaging Specification. De esta manera se dispone de una forma estandarizada para intercambiar contenido entre distintas

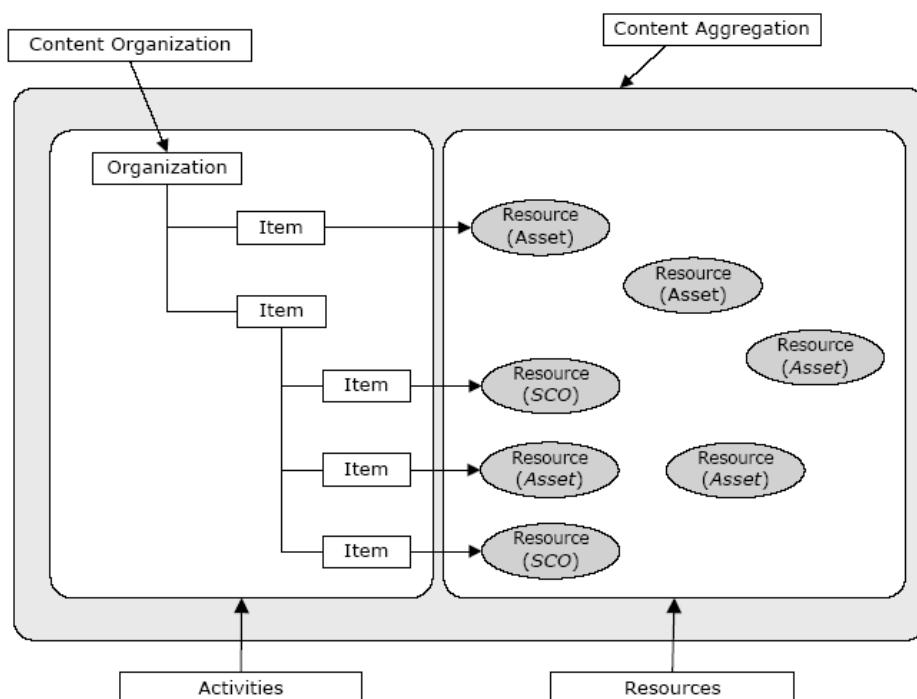


Figura 5.1: Modelo de Contenidos

plataformas y una descripción de la estructura y del comportamiento de una colección de contenidos de aprendizaje.

Un Paquete de Contenidos está formado por dos componentes: un documento en XML que describe la estructura del contenido y los recursos, llamado **manifiesto** (*imsmanifest.xml*), y los ficheros físicos (o URL) con el contenido real del paquete. Representa una unidad de aprendizaje que tiene relevancia instruccional y puede repartirse independientemente. Queda a decisión del diseñador decidir qué es una unidad relevante.

El manifiesto y todos los ficheros de contenidos se agrupan en un único archivo comprimido en formato PKZip v2.04g (.zip), que en SCORM se denomina PIF (*Package Interchange File*). Los ficheros con este formato son los que se intercambian entre plataformas de formación.

#### Descripción del manifiesto

El manifiesto contiene la información necesaria para describir el contenido del paquete. Está formado por cuatro secciones (ver Figura 5.2):

- **Metadatos:** información que describe el paquete como un todo, indicando, por ejemplo, el estándar (*schema*) que se utiliza, su versión o el lenguaje del contenido.

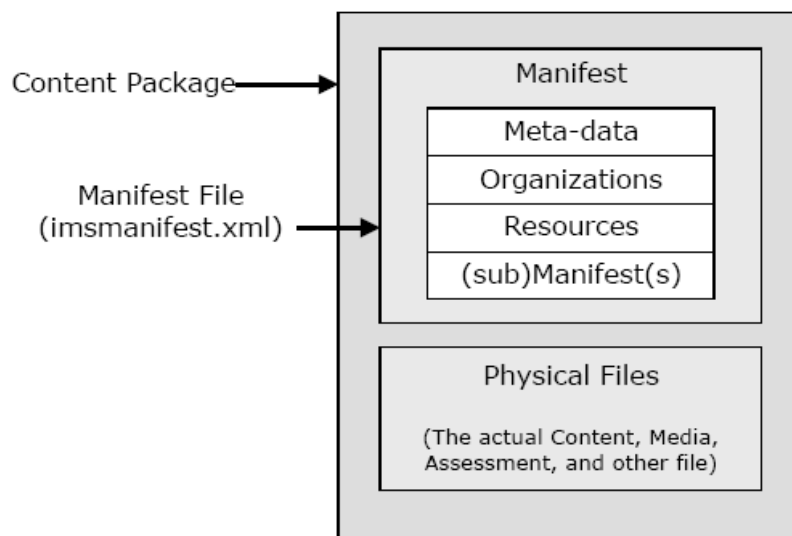


Figura 5.2: Modelo de Empaquetado

- **Organizaciones:** Representa la Organización de Contenidos y su descomposición en actividades (*item*). Cada actividad está enlazada con los recursos que utiliza, que se encuentran en la siguiente sección, a través de su identificador (*identifier*). Este elemento incorpora también las instrucciones de secuenciación y navegación.
- **Recursos:** describen los recursos externos (a través de URL) y locales que utiliza el paquete. Los recursos locales se encontrarán comprimidos en el mismo PIF. Si el recurso necesita comunicarse con la plataforma, debe ser un SCO. En otro caso, puede ser un *Asset*<sup>1</sup>
- **SubManifiestos** Los recursos complejos suelen estar formados por una jerarquía de entidades, cada una de las cuales tiene su propio manifiesto (cursos, lecciones, módulos...). En ese caso, al construir el objeto agregado, es necesario indicar la dependencia existente entre los distintos componentes del recurso de aprendizaje.

El ejemplo de fichero `imsmanifest.xml` (ver Figura 5.3) muestra un manifiesto para un paquete con el siguiente contenido. Representa una Organización de Contenidos con dos actividades ID1 e ID2, cada una de las cuales utiliza un recurso que es un SCO, denominado R\_ID y R\_ID2 respectivamente. Como se trata de un SCO, debe contener código de ejecución para poder

<sup>1</sup>Utilizo el término en inglés para evitar confusiones, ya que tanto *Asset* como *Resource* se traduce de la misma forma.

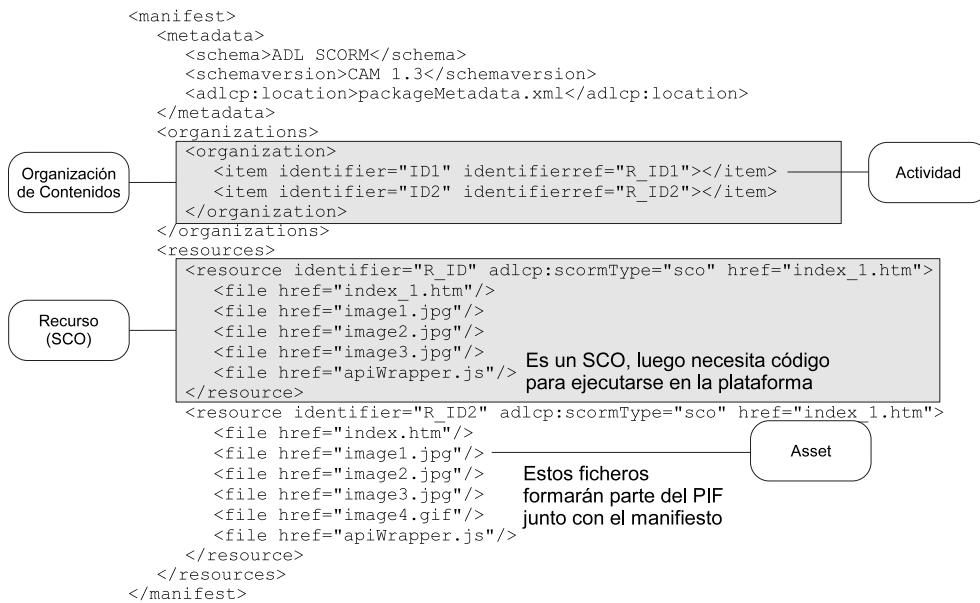


Figura 5.3: Ejemplo de fichero de manifiesto

comunicarse con la plataforma. En este caso, es un fichero con código en javascript, llamado `apiWrapper.js`, que se incluirá en el PIF con el resto de recursos necesarios (la página web y las imágenes).

### 5.2.2. Metadatos

Hasta aquí, hemos definido los elementos básicos para crear recursos de aprendizaje basados en SCORM y como componer paquetes para su distribución entre sistemas. Para la descripción de todos los elementos se han utilizado metadatos.

SCORM toma el estándar *IEEE 1484.12 Learning Object Meta-data* (LOM) para definir los elementos de su lenguaje. En la parte correspondiente del CAM se describen todos los elementos del vocabulario, con su sintaxis completa. Hemos visto un ejemplo de algunos de los elementos en el ejemplo de la Figura 5.3 para la definición de manifiestos. En lenguaje incorpora etiquetas y atributos para definir todos y cada uno de los elementos de SCORM, y no tiene sentido para el presente trabajo entrar en una descripción más profunda.

### 5.2.3. Secuenciación y Presentación

Es el último apartado del CAM. Describe como especificar determinadas estrategias para la secuenciación de los contenidos de un paquete y para la

presentación de los mismos en un navegador. Esta información se incluyen en el manifiesto del PIF correspondiente, incorporada a la definición de las actividades (dentro de los elementos `item`), o asociada directamente al manifiesto como una colección de reglas y estrategias de secuenciación que pueden emplearse en varios manifiestos.

En el CAM simplemente se describe el vocabulario empleado para establecer reglas de secuenciación y guiar el desarrollo de la actividad. Para una descripción más completa, es necesario acudir al SCORM SN.

### 5.3. Entorno de ejecución (RTE)

En esta parte de la especificación de SCORM se exponen las tecnología utilizada para dar el soporte de ejecución a los recursos de aprendizaje creados siguiendo las indicaciones del CAM. Se trata, en definitiva, de especificar las interacciones que se producen entre los SCO (componentes realmente ejecutables) y la plataforma de formación (que proporciona un el soporte de ejecución a los SCO).

EL libro cubre tres aspectos clave:

- **Gestión del Entorno de Ejecución:** normas que indican el proceso del lanzamiento de los objetos de contenido y la gestión de la comunicación entre la plataforma y los SCO.
- **API:** Describe la sintaxis y la utilización de todas las funciones de interfaz entre la plataforma y los SCO. Están basadas en la *CMI Guidelines for Interoperability* del IACC, recogido posteriormente por la IEEE en su *ECMAScript API for Content to Runtime Services Communication*.
- **Modelo de datos del RTE:** Describe exhaustivamente todos los datos y su modelo de comportamiento para la construcción del RTE y para la gestión de los SCO por parte de la plataforma.

Los dos últimos son documentos excesivamente técnicos, de utilidad para los desarrolladores que planeen construir una plataforma compatible con la especificación de SCORM. Para el nivel de profundización requerido en el presente trabajo, considero que es suficiente con la exposición de modelo de gestión del RTE.

El RTE describe los requerimientos para lanzar objetos de contenidos (en este contexto, lanzar es equivalente a mostrarlo en un navegador), establecer una comunicación entre el SCO y la plataforma que lo soporta en ese momento, y realizar tareas de seguimiento de utilización del objeto.



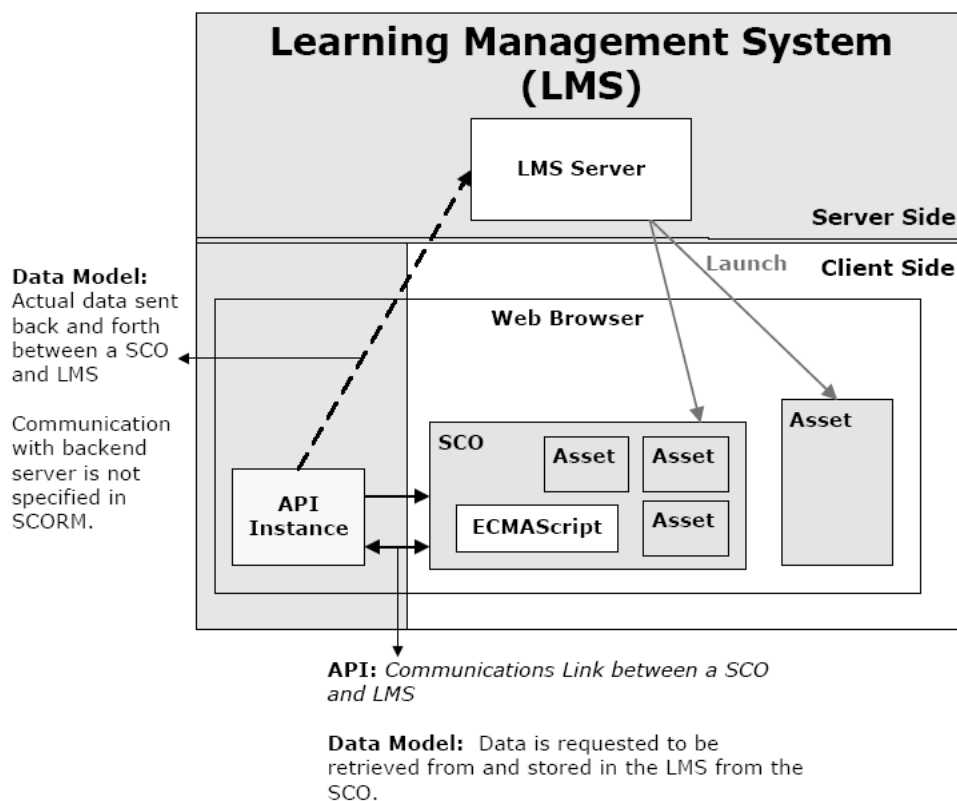


Figura 5.4: Modelo del entorno de ejecución de SCORM

### 5.3.1. Gestión del Entorno de Ejecución

Con el propósito de conseguir contenidos reutilizables e interoperables entre múltiples plataformas, debe proporcionarse un mecanismo común para lanzar y gestionar cualquier contenido, un mecanismo común para comunicarse con cualquier plataforma y un vocabulario común para realizar estas acciones (ver Figura 5.4).

El proceso de **lanzamiento** (*launch*) define una forma común de abrir los contenidos en un navegador desde un paquete de contenidos. El término *contenido* se utiliza aquí de forma genérica para referenciar tanto SCO como Recursos. En este proceso se establecen las responsabilidades de cada componente (SCO y plataforma) para establecer una comunicación entre ambos. Todo este proceso se encuentra estandarizado a través de una API conocida y completamente especificada.

El **API** es el mecanismo de comunicación para informar a la plataforma en todo momento del estado del contenido (iniciado, terminado o con errores), así como para recuperar y almacenar datos entre la plataforma y el

SCO, como puntuación obtenida o límite de tiempo de utilización del recurso.

Por último el **modelo de datos** es un vocabulario estándar y predefinido que establece qué información se puede intercambiar entre el SCO y la plataforma, cómo se llama cada uno de esos elementos y cómo se estructura la información. Una responsabilidad adicional de la plataforma es *guardar el estado de cada SCO entre diferentes sesiones del alumno*.

### 5.3.2. Modelo temporal del RTE

La interacción del estudiante con los contenidos requiere que la actividad que contiene el recurso haya sido seleccionada para su entrega por parte de la plataforma y que el contenido se haya desplegado en el navegador del alumno. En la interacción de los usuarios con la plataforma se distinguen varias etapas:

1. **Login Session:** periodo de tiempo desde que el usuario comienza una sesión en el sistema (plataforma) hasta que se desconecta.
2. **Learner Attempt:** una intento del alumno de satisfacer los requerimientos de una actividad de aprendizaje que queda registrada. Un intento puede extenderse a lo largo de varias sesiones.
3. **Learner Session:** un periodo de tiempo ininterrumpido durante el cual el alumno está accediendo a un objeto de contenido
4. **Communication Session:** una conexión activa entre un objeto de contenidos (un SCO) y el API.

Estos cuatro tiempos son relevantes para poder gestionar adecuadamente los SCO. Los recursos son incapaces de distinguir más allá de los intentos y de las sesiones de los alumnos. El intento comienza con un intento (*Learner Attempt*), que comienza cuando la plataforma identifica qué actividad debe entregar. Una vez que el contenido aparece en el navegador del estudiante, comienza una sesión del alumno (*Learner Session*). Si el objeto que se ha mostrado es un SCO, éste inicia una comunicación con la plataforma, comenzando así una sesión de comunicación, que acaba cuando el SCO termina la comunicación de forma explícita. Para el SCO, el intento termina cuando termina la sesión de forma normal (no se guarda el estado entre intentos). Para un *Asset*, el intento acaba cuando se elimina del navegador. Mantener el estado entre intentos o incluso entre sesiones de *login* es responsabilidad de la plataforma. La Figura 5.5 muestra de forma gráfica todo este proceso.

## 5.4. Secuenciación y navegación (SN)

Es el cuarto y último libro de SCORM. Recoge las responsabilidades que adquiere la plataforma de formación de cara al orden en el que se van a

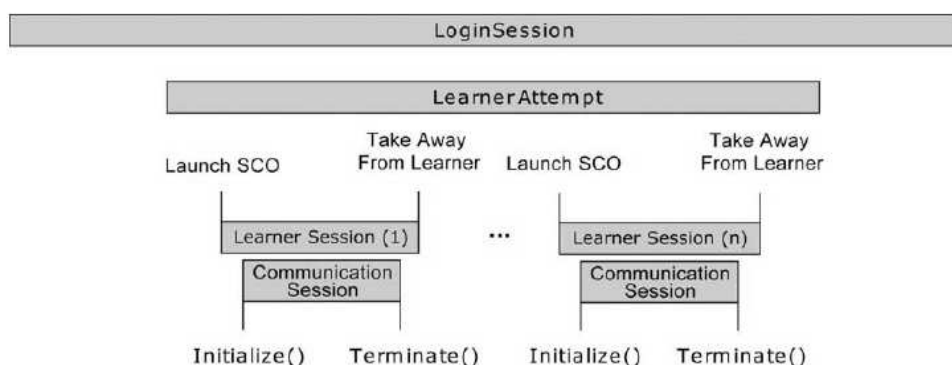


Figura 5.5: Modelo temporal de la relación usuario - SCO - plataforma

presentar los contenidos durante su tiempo de ejecución y a la gestión de las solicitudes de navegación. Está formada por cinco partes:

- terminología y conceptos básicos sobre secuenciación
- modelo de definición de secuenciación
- modelo de comportamiento de secuenciación
- requerimientos y control de la navegación
- modelo de datos de navegación

Este componente está basado en la especificación de Secuencia Simple de IMS (IMS SS), que define un método para representar el comportamiento deseado de una experiencia de aprendizaje. El término *simple* se refiere a que sólo se permite un pequeño número de comportamientos. Algunas de las limitaciones que no se contemplan son:

- secuenciación dirigida por técnicas de inteligencia artificial;
- secuenciación basada en la planificación;
- secuenciación que requiera información de sistemas externos;
- aprendizaje colaborativo; o
- sincronización entre actividades realizadas en paralelo.

Las instrucciones de secuenciación se definen sobre las actividades definidas en una Organización de Contenido. Forman parte del manifiesto de un paquete de contenidos y pueden establecerse de forma individual sobre una actividad compleja (que esté formada a su vez por otras actividades)

o ser unas reglas genéricas que pueden utilizarse en distintos manifiestos y paquetes de contenido.

Básicamente, la secuenciación de contenidos depende de tres factores: (i) del Árbol de Actividades, (ii) de la estrategia de secuenciación definida; y (iii) del comportamiento definido ante el disparo de eventos.

Por otro lado, también describe cómo se van a gestionar los eventos de navegación que produce el usuario que le van a permitir cambiar de una actividad a otra básicamente. La navegación implica la existencia de unas interfaces de usuario y unos dispositivos capaces de disparar eventos de navegación, que pueden ser proporcionados por la propia plataforma o estar incorporados en los objetos de contenido. Cuando el alumno dispara uno de estos eventos, la plataforma lo transforma en la petición de navegación correspondiente, la procesa y determina la siguiente actividad que debe entregar.

En el libro SCORM SN no encontraremos ningún requerimiento sobre el tipo o el estilo de los interfaces de usuario, ni tampoco sobre los tipos de dispositivos que se pueden emplear.

#### 5.4.1. Conceptos para la secuenciación

La estructura que utiliza SCORM como base de la secuenciación de los contenidos es el **Árbol de Actividades**. SCORM no define cómo debe ser la estructura interna para representar esta información, cómo se crean en la plataforma ni tampoco fuerza a que sean estructuras estáticas.

La construcción de un Árbol de Actividades parte de una Organización de Contenido. Tal como se puso de manifiesto en el CAM, está formada por una jerarquía de actividades que representan unidades de aprendizaje relevantes y que pueden anidarse sin límite para adecuarse a cualquier nivel de una taxonomía de niveles de aprendizaje (curso, módulo, lección, ...). La relación existente entre una Organización de Contenido y un Árbol de Actividades es la que muestra la Figura 5.6:

1. un árbol representa la estructura de los contenidos como resultado del proceso de diseño, autoría y agregación de los contenidos. Para que cualquier plataforma pueda utilizarla, el árbol se convierte en una Organización de Contenido y se comprime en un paquete de contenido;
2. una plataforma traduce la Organización de Contenido en un Árbol de Actividades representa la jerarquía de contenidos, incluyendo información de seguimiento de cada actividad en para cada estudiante;
3. cuando el alumno escoge interactuar con el contenido representado en el Árbol de Actividades, la plataforma evalúa la información de secuenciación y de seguimiento para determinar qué actividad debe su-

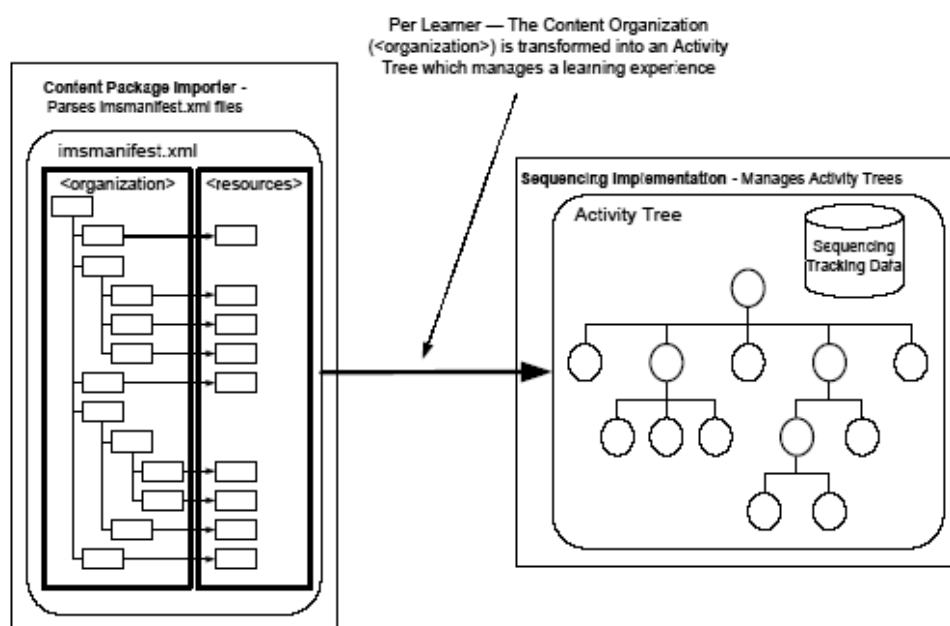


Figura 5.6: Relación entre una Organización de Contenido y un Árbol de Actividades

ministrarle o proporcionarle un conjunto de actividades entre las que elegir.

A las actividades que a su vez están formadas por otras actividades, en SCORM reciben el nombre de *clusters*. Algunas partes de SCORM permiten trabajar directamente con estos grupos de actividades, y para ellas el Árbol de Actividades está formado por un grupo de *clusters*.

La especificación IMS SS se basa en el concepto de actividad de aprendizaje, o simplemente **actividad**, que queda definida de forma vaga como una unidad de instrucción con significado; es algo que el estudiante realiza mientras progresa a lo largo de su instrucción. Una actividad no es algo atómico, sino que está formada por otras subactividades. Aquellas actividades que no contengan subactividades se denominan *actividades hoja*, y siempre tienen asociado un objeto de contenido (un SCO o un Recurso). Cuando comienza un intento (*learner attempt*) sobre una actividad hoja, automáticamente se inicia un intento u una sesión para su objeto de contenido (si es un SCO, se inicia también una sesión de comunicación).

Un **intento** se define como un esfuerzo realizado para completar una actividad y, durante él, pueden cumplirse alguno de los objetivos de aprendizaje de la actividad. Los intentos siempre tienen lugar en el contexto de los intentos de las actividades padres (actividades de las que depende la ac-

tividad actual). Es importante darse cuenta de que sólo un intento de una actividad hoja puede estar activo en un momento dado para un alumno (debemos recordar que no se admiten secuencias de actividades en paralelo), y de que todos los intentos de sus actividades antecesoras estarán en progreso. Como resultado de los intentos, el estado de seguimiento de la actividad puede cambiar (por ejemplo, si tenemos un número máximo de oportunidades para solucionar un problema), y esto puede hacer que también cambien los estados de seguimiento de todas sus antecesoras.

#### 5.4.2. Modelo de definición de la secuenciación

Es el modelo derivado de IMS SS, en el que se definen los elementos necesarios para escribir los comportamientos de secuenciación permitidos. Estos elementos se aplican a las actividades en el contexto de un Árbol de Actividades y quedan definidos dentro de los paquetes de contenidos que engloban a las actividades para su distribución por la red.

Para definir las posibles secuencias de actividades, SCORM establece una serie de modos de control de la secuencia. Se trata de un conjunto de elementos que describen cómo las peticiones de navegación afectan a un *cluster* y cómo las actividades correspondientes se toman en consideración. Los elementos de control de la secuencia son:

**Sequencing Control Choice** indica que el alumno es libre de elegir cualquier actividad dentro de un *cluster* en cualquier orden y sin ninguna restricción. La plataforma tendrá que proporcionar algún mecanismo (menú, lista desplegable, mapa) para seleccionar la actividad a la que se desea saltar.

**Sequencing Control Choice Exit** impide el salto entre ramas del Árbol de Actividades y fuerza a que los movimientos (especialmente hacia atrás) se realicen con las opciones de navegación de continuar y retroceder.

**Sequencing Control Flow** indica que se permite la navegación a través de las actividades hija dentro de un *cluster*, es decir, el paso de una actividad a otra del mismo nivel. El orden entre las actividades debe ser declarado de forma explícita.

**Sequencing Control Forward Only** como el anterior, sin retrocesos.

**Use Current Attempt Objective Information** indica como debe procesarse la información sobre el progreso de los objetivos para los descendientes de la actividad. Esta información hace referencia a la validez o no de los objetivos de aprendizaje que se han alcanzado hasta el momento.

Use **Current Attempt Progress Information** indica como debe procesarse la información sobre el progreso de los intentos para los descendientes de la actividad. Cada actividad tiene asociado un contador para determinar el número de intentos restantes. La actividad podrá ejecutarse siempre que este contador sea mayor que 0.

### 5.4.3. Modelo de navegación

Las experiencias de aprendizaje se ofrecen a estudiante como una serie de actividades a desarrollar, identificadas por un secuenciador de contenidos. Los procesos de secuenciación que se implementan en la plataforma son componentes estáticos, que actúan como respuesta a un evento de navegación. La navegación es el modo que tiene los usuarios finales y la plataforma de formación de identificar unas peticiones de navegación para realizar una experiencia de aprendizaje. Los dispositivos que se emplean para que el usuario introduzca las órdenes de navegación pueden pertenecer a la plataforma, a los objetos de contenido o a ambos.

El modelo de navegación de SCORM define un conjunto de eventos de navegación que pueden ser disparados por el usuario para moverse entre las actividades de un Árbol de Actividades.

A la plataforma le corresponden los eventos relacionados con las acciones del usuario que involucran a los intentos, pues éstos quedan fuera de la visión de los SCO. Los eventos son tres:

**Start** indica que el usuario quiere ejecutar la primera actividad disponible de un Árbol de Actividades.

**Suspend All** indica que el usuario desea interrumpir el intento actual sobre la actividad raíz del Árbol de Actividades (debemos recordar que todas las actividades antecesoras a la actual se encuentran en progreso).

**Resume All** indica el deseo de reanudar un intento que se había interrumpido previamente.

El resto de eventos pueden ser manejados por el SCO o por la plataforma indistintamente. Son los siguientes:

**Continue** indica un deseo de saltar a la siguiente actividad.

**Previous** indica el deseo de volver a la actividad anterior.

**Choose** indica la intención de saltar directamente a una actividad en concreto.

**Abandon** indica un deseo de terminar de forma anticipada (sin haberla completado) la actividad actual y su intento asociado, sin intención de reanudarlo.

**Abandon All** indica un deseo de terminar de forma anticipada (sin haberla completado) la actividad raíz y el intento actual, sin intención de reanudarlo.

**Unqualified Exit** señala que el intento actual sobre la actividad repartida ha finalizado normalmente y que este hecho no se debe a otro evento de navegación como *Continue* o *Previous* (es una salida voluntaria).

**Exit All** indica la intención de salir normalmente de la actividad raíz.



## Capítulo 6

# Crítica al estándar y conclusiones de trabajo

### 6.1. Evaluación de la iniciativa de SCORM

En este apartado pasaré a realizar una revisión de los conceptos expuestos a lo largo del trabajo, exponiendo las deficiencias que, desde mi punto de vista, se le pueden achacar a las soluciones actuales de *e-learning*. Aunque hablaré desde el punto de vista de SCORM, por ser la iniciativa a examinar, algunas de estas críticas pueden trasladarse de forma general al resto de especificaciones.

#### 6.1.1. Peligro de caer en enfoques centrados en la tecnología

Uno de los principales peligros que existe al hablar de *e-learning*, de plataformas de formación y de estandarización, es caer en un enfoque de la EaD totalmente centrado en la tecnología, donde son los desarrollos tecnológicos los que marcan el camino a seguir y profesores, alumnos y contenidos se ven forzada su actuación únicamente a las posibilidades que les ofrezca la solución tecnológica que se está utilizando.

Para evitar caer en esta visión parcial de la EaD, es necesario analizar con detenimiento las necesidades reales de la institución de cada a la adquisición o a la incorporación a los procesos de enseñanza-aprendizaje de una plataforma de *e-learning*. La elección del soporte no debe dirigir el modelo pedagógico a utilizar, sino todo lo contrario: debemos ser capaces de seleccionar las herramientas que mejor se adapten a nuestras necesidades. Y siempre ser consciente de sus limitaciones y tratar de buscar alternativas para realizar las tareas que no están disponibles en la plataforma de formación.

Debe tenerse presente que la tecnología no es una garantía de éxito. Se trata de una herramienta más que se pone al servicio de la institución y debe tenerse en cuenta como una impulsora de nuevas ideas y una facilitadora de los procesos educativos y de los logros de los alumnos.

### 6.1.2. Enfoque simplista de la educación

Un inconveniente para la aplicación generalizada de SCORM es que a lo largo de toda la especificación puede verse la idea subyacente de un sistema de instrucción militarizado, con una clara influencia de los objetivos educativos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, de quien parte la iniciativa de ADL SCORM.

Incluso algunos de los términos que se emplean para describir los beneficios de SCORM responde a un modelo con una visión parcial de la educación. En SCORM se hace énfasis en la velocidad (en la creación de los contenidos gracias a la reutilización, en la accesibilidad a los contenidos en tiempo real, en la distribución de los paquetes de contenidos y de los SCO a través de Internet), en el cambio (más bien en la adaptación al cambio) y en la eficiencia. Aspectos como la uniformidad y la estandarización se consideran sin ninguna duda como algo positivo (cuando estamos en una sociedad que fomenta la diversidad y la integración). Los procesos educativos se reducen a la simulación y están muy orientados hacia las tareas.

El aprendizaje se considera como un proceso de ingeniería, en el que si todos los componentes son adecuados y se utilizan de la manera correcta, el éxito está garantizado. Las personas están incluidas en el esquema, y no les queda otro remedio que aprender tras la realización de una actividad (o de un conjunto de ellas). Da la sensación de que los usuarios se integran en la plataforma de formación y que el sistema funciona como un todo perfectamente engrasado, que se puede ajustar de forma precisa para obtener el resultado deseado.

La visión de la plataforma es la de un conjunto de componentes: órganos humanos, componentes de máquinas, dispositivos y objetos, que trabajan todos juntos para formar un sistema mayor, aplicando procesos de ingeniería a cada una de las partes hasta conseguir el rendimiento óptimo. Es una visión que, sin duda, es atractiva para las necesidades de formación de una organización como es el ejército.

En este entorno, no resta sino asumir que la construcción de estándares y especificaciones técnicas, soluciones y métodos de trabajo del campo de la ingeniería, va a solucionar nuestros problemas pedagógicos.

### 6.1.3. Riesgos de ser pedagógicamente neutro

El esfuerzo fundamental de los estándares es la definición de normas y modelos que aseguren la interoperabilidad, la reutilización y la portabilidad de las soluciones, entre otras características.

Pero para garantizar su cumplimiento, las propuestas no deben asumir ningún paradigma educativo concreto con el objeto de que en un futuro pueda dar soporte a múltiples formas de aprendizaje. Esta característica se describe

como **neutralidad pedagógica**. SCORM se define a sí mismo como

*a pedagogically neutral means for designers and implementers of instruction to aggregate learning resources for the purpose of delivering a desired learning experience*

Pero en realidad no es tan neutro como los desarrolladores de SCORM piensan. De hecho, hay un modelo de estudiante subyacente que no se explica pero que es, claramente, el usuario-tipo de una plataforma de formación que cumple las normas de SCORM. Las plataformas y los contenidos están orientados a un alumno aislado (no incorpora la posibilidad de trabajar en grupo) y autodirigido, lo que dejaría fuera de la plataforma las iniciativas dirigidas a la educación primaria y a muchos estudios universitarios.

El fuerte activismo que hoy se exige a los nuevos enfoques pedagógicos no admite que los alumnos no se involucren en los procesos de enseñanza-aprendizaje, que sean elementos pasivos a los que les llega la información y no tienen más que asimilarla, como parece que sugieren los términos de neutro y neutralidad.

La pedagogía no es algo que pueda ser simplemente neutro con respecto a una tecnología o a una especificación técnica. Se trata de un campo muy heterogéneo y desestructurado que incluye áreas muy diversas. Incluso desde el punto de vista pedagógico se pueden proponer un conjunto de factores que afectan a su relación con la tecnología y con la estandarización de las plataformas de formación.

#### 6.1.4. Definición de objetos de aprendizaje difusa

Los objetos de aprendizaje (LO) son la gran aportación al campo de la estandarización. En ellos se basan las principales características de todas las especificaciones: reutilización, interoperabilidad, portabilidad, etc. Pero, ¿qué es realmente un objeto de aprendizaje?

Todas las definiciones formales que se han dado hasta la fecha son muy vagas; pero necesitan serlo si un objeto de contenido puede ser "cualquier cosa". La IEEE lo define como *una entidad, digital o no, que puede ser usada, reutilizada y referenciada durante el aprendizaje basado en el ordenador*.

Y a la poca concreción de la definición hay que añadir la vaguedad de sus contenidos. En principio, cualquier elemento de información que se pueda mostrar en un navegador de Internet. Pero cada objeto puede estar formado a su vez por otros objetos, y así hasta el infinito. Tampoco hay una taxonomía clara hacia arriba: los objetos de contenidos se agrupan en actividades, pero las actividades pueden agruparse en *clusters* y éstos, a su vez, en otros *clusters* más complejos sin ningún límite más.

Con esta perspectiva, es realmente difícil dar unas normas claras para diseñar materiales educativos. Las agrupaciones de actividades pueden hacerse

para las lecciones, los módulos, los temas, cursos completos, etc. La única limitación es que deben ser unidades instruccionales significativas. Pero si cada persona diseña unos materiales utilizando unos criterios diferentes, es muy difícil que los objetos así creados sean realmente utilizables (excepto, por supuesto, para el propio autor), perdiendo así una de las principales ventajas y motivos de surgimiento de la estandarización para materiales de formación.

#### 6.1.5. SCORM SN: el punto débil de SCORM

El principal punto débil de SCORM está en el SN, particularmente en la secuenciación de los contenidos. Es algo ya asumido por el estándar, cuando indica que la referencia a la simplicidad de IMS SS (*Simple Sequencing*) se debe a la simpleza en el tipo de comportamientos que se pueden establecer para las actividades. En concreto, reconoce que no se contemplan algunos comportamientos complejos como

- secuenciación dirigida por técnicas de inteligencia artificial;
- secuenciación basada en la planificación;
- secuenciación que requiera información de sistemas externos;
- aprendizaje colaborativo; o
- sincronización entre actividades realizadas en paralelo.

A todas ellas hay que añadir un inconveniente más, especialmente relevante en la era del hipertexto: la consideración de los contenidos como una jerarquía estricta, en forma de árbol.

Sin embargo, la estructura subyacente para contenidos en formato de hipertexto es la de un grafo, donde tenemos caminos alternativos entre dos nodos (actividades) distintas. Sería el equivalente a tener la posibilidad de saltar de una actividad a otra libremente, sin que las actividades correspondan a la misma rama.

Este comportamiento resulta caótico si se permite sobre el árbol. Debemos recordar que la realización de intentos de una actividad mantiene en estado de proceso a todas sus antecesoras. Un salto a otra actividad provocaría un recorrido ascendente por el árbol iniciando intentos sobre actividades antecesoras desde "abajo".

Sin embargo, si la estructura empleada para mantener la organización de los contenidos es un grafo, el problema está resuelto. Los pasos de una actividad a otra seguirán estando controlados por la presencia de caminos en el grafo que conecten las dos actividades. Y Al ir lanzando todas las actividades por las que se pasa, los intentos se realizan en el orden correcto

sin que se produjera ninguna inversión (muy importante, por otro lado, en la consideración del progreso de los objetivos de aprendizaje o la gestión de intentos sobre cada actividad).

## 6.2. Conclusiones finales

En esta tesina se ha realizado un estudio profundo sobre el proceso de estandarización en el campo del *e-learning*, que ha sufrido un gran desarrollo en la última década.

La enseñanza asistida por ordenador tiene una larga historia en el campo de la educación, incluso antes de la aparición de los ordenadores. Hoy en día a dado paso a una cuarta generación en la evolución de la EaD, y posiblemente estemos asistiendo al nacimiento de una quinta etapa.

La gran preocupación durante los últimos años ha sido la de conseguir unos estándares abiertos que permitan la distribución de contenidos a través de Intertet de forma sencilla y la incorporación de estos contenidos a las plataformas de formación, independiente del formato utilizado por unos y otras. Para ello, es imprescindible la existencia de un estándar que regule las interacciones entre los distintos actores del proceso: objetos de contenidos, plataformas de formación y usuarios.

De las cuatro principales iniciativas de estandarización existentes en la actualidad: AICC, IEEE, IMS y ADL, hemos seleccionado la propuesta de ADL SCORM, por comenzar a ser un estándar "*de facto*" en la industria de los contenidos educativos.

El modelo de SCORM incorpora especificaciones de los otros tres estándares, agrupando las propuestas en tres libros: el Modelo de Agregación de Contenidos (CAM), el Entorno en Tiempo de Ejecución (RTE) y el Modelo de Secuenciación y Navegación (SN). Cada uno de estos libros propone una serie de normas que permiten a los desarrollados elaborar materiales didácticos (en forma de SCO) y plataformas de formación que siguen las propuestas de SCORM. Estas normas hacen referencia a cómo se crean y se distribuyen los contenidos de formación (CAM), a cómo se lanzan contenidos dentro de una plataforma y se produce la comunicación entre éstos y la plataforma (RTE) y a cómo se accede a las actividades de aprendizaje siguiendo unos comportamientos de secuenciación que se activan ante la llegada de eventos de navegación al entorno.

Si bien SCORM es una especificación robusta y bien documentada, su principal punto débil se encuentra en el SCORM SN. Las normas y los comportamientos que permite sobre las actividades son excesivamente simples y las estructuras de datos que se utilizan para almacenar los recorridos y gestionar las secuencias no parecen adecuados para soportar las características de la información hipertextual que es la principal fuente de conocimiento y

de intercambio de datos hoy en día.

## Bibliografía

- ADL. (2004a). *Advanced distributed learning*. [en línea]. <<http://www.adlnet.org>>.
- ADL. (2004b). *SCORM 2004 2nd edition. Overview*. [en línea]. Advanced Distributed Learning. <<http://www.adlnet.org>>.
- ADL. (2004c). *SCORM content aggregation model*. [en línea]. Advanced Distributed Learning. <<http://www.adlnet.org>>.
- ADL. (2004d). *SCORM run-time environment*. [en línea]. Advanced Distributed Learning. <<http://www.adlnet.org>>.
- ADL. (2004e). *SCORM sequencing and Navigation*. [en línea]. Advanced Distributed Learning. <<http://www.adlnet.org>>.
- AICC. (2004). *Aviation industry cbt committee*. [en línea]. <<http://www.aicc.org>>.
- ARIADNE. (2004). *Alliance of remote instructional authoring and distribution networks for europe*. [en línea]. <<http://ariadne.unil.ch>>.
- Bartolomé, A. R. (2000). *Nuevas tecnologías en el aula. Guía de supervivencia*. Barcelona: ICE de la Univ. de Barcelona y Ed. GRAÓ.
- BSI. (2004). *British standard institute*. [en línea]. <<http://www.bsi-global.com>>.
- CESGA. (2004). *Sistemas de gestión del aprendizaje*. [en línea]. Centro de Supercomputación de Galicia. <<http://www.cesga.es>>.
- CETIS. (2004). *Learning technology standards: An overview*. [en línea]. <<http://www.cetis.ac.uk>>.
- Core, D. (2004). [en línea]. <<http://www.dublincore.org>>.
- EduTools. (2004). *Cumplimiento de estándares instruccionales*. [en línea]. <<http://edutools.info>>.
- Foix, C., Zavando, S. (2002). *Estándares e-learning. Estado del arte*. [en línea]. UniAcc eCampus <<http://www.ecampus.cl>>: Centro de Tecnologías de Información. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile.
- García Aretio, L. (2002). *La educación a distancia. De la teoría a la práctica* (2ª ed.). Madrid: Ariel.
- Hernández, E. (2003). *Estándares y especificaciones de e-learning: Ordenando el desorden*. [en línea]. UniAcc eCampus <<http://www.ecampus.cl>>.

- IEEE-LTSC. (2004). *Institute of electrical and electronic engineers. learning technology standards committee*. [en línea]. <<http://ltsc.ieee.org/>>.
- IMS. (2004). *Ims global consortium*. [en línea]. <<http://www.imsproject.org>>.
- LALO. (2004). *Learning architectures and learningobjects*. [en línea]. <<http://www.learnitivity.com/lalo.html>>.
- Álvarez, J. (2003). Uso de estándares e-learning en espacios educativos. *Revista Fuentes*(5).
- Macromedia. (2004). *Getting started with elearning standards*. [en línea]. <<http://www.macromedia.com>>.
- Martínez, R. (2003). *Consortios e instituciones en estandarización. Una aproximación*. [en línea]. eLearning Workshops. Comunidad de eLearning. <<http://www.elearningworkshops.com>>.
- Masie, E. (2002). *Making sense of learning specifications & standards: A decision maker's guide to their adoption*. [en línea]. The Masie Center, Saratoga Springs. <<http://www.masie.com>>.
- Mir, J., Reparaz, C., Sobrino, A. (2003). *La formación en internet. Modelo de un curso online*. Madrid: Ariel Educación.
- Rodríguez, M. (2000). *Una arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Santacruz, L., Aedo, I., Delgado, C. (2001). ELO: Entorno para la generación, integración y reutilización de objetos de aprendizaje. In *3º simpósio internacional de informática educativa* (p. 293-303). Viseu (Portugal).
- Thorndike, E. L. (1912). *Education*. MacMillan.
- Wiley, D. A. . (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor and a taxonomy. In D. Wiley (Ed.), *The instructional use of learning objects*. Bloomington: Association for Educational Communications and Technology.
- WSSN. (2004). *Standards and standarization*. [en línea]. <<http://www.wssn.net>>.



## Información de contacto

Miguel Rebollo Pedruelo  
Pza. Olof Palme, n. 12, pta 20  
46021 Valencia  
Telef.: 963 311 910  
e-mail: mrebollo@dsic.upv.es