

# Reutilización efectiva de los contenidos educativos mediante el diseño por contrato de objetos didácticos

Salvador Sánchez-Alonso

Facultad de Informática

Universidad Pontificia de Salamanca, campus de Madrid

e-mail: salvador.sanchez@upsam.net

## Resumen

Dentro de las tecnologías de *e-learning*, el concepto de objeto didáctico se ha convertido en el elemento central del diseño de contenidos educativos para la web. El empleo de objetos didácticos permite reutilizar contenidos creados para un determinado objetivo educativo en futuros contextos de aprendizaje, pero para poder obtener objetos didácticos verdaderamente reutilizables es necesario un registro estandarizado de metadatos que acompañe al objeto. En este artículo se propone la formalización de los metadatos de los objetos didácticos para permitir a los sistemas automatizados procesar la información que contienen, facilitando la búsqueda de contenidos y posibilitando la creación automática de nuevos materiales a partir de los existentes. Para ello, se emplea una conocida técnica de la ingeniería de software orientada a objetos: el diseño por contrato.

## 1. Introducción

El desarrollo del *e-learning* es imparable. Según un estudio de Cortona Consulting, en 2002 se cifraba en 250 mil millones de dólares el gasto global de las empresas en formación, una parte muy significativa de los cuales está migrando hacia el *e-learning*. El mismo informe revela que el mercado del *e-learning* podría alcanzar los 50 mil millones de dólares al final de la década actual. Otro informe realizado por IDC [9], anuncia una tasa de crecimiento constante del 35% anual hasta 2006 para las tecnologías de *e-learning*. En España, y según un estudio de AEFOL –Asociación Española de E-learning y Formación OnLine–, se espera que en 2004 el porcentaje de empresas que utilizan *e-learning* alcance el 60%.

Pero, ¿qué es exactamente el *e-learning*? Se trata de un término controvertido y del que existen múltiples definiciones. En la más sencilla aproximación al mismo, *e-learning* puede ser traducido como *aprendizaje electrónico*. Otra acepción más general que aparece en [15], lo define como el aprendizaje que utiliza herramientas relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones (Internet, intranets, redes inalámbricas, ordenadores personales, ordenadores de mano o televisión interactiva) aunque también puede utilizar la tecnología como simple soporte de una enseñanza similar a la tradicional, por ejemplo utilizando pizarras electrónicas o videoconferencia. Pero donde encontramos una definición más adecuada a las circunstancias evolutivas cada vez más patentes en que se encuentra inmersa la enseñanza actual es en [6]: *e-learning* es el *aprendizaje facilitado por (o realizado a través de) Internet*.

Brightman apunta en [4] que estas definiciones no reflejan el tremendo potencial del *e-learning* para transformar la educación tal y como hoy la conocemos. Wagner asegura en [19] que hoy en día la World Wide Web y el *e-learning* son inseparables. Y esta percepción del fuerte vínculo de unión que existe entre el *e-learning* e Internet no es

nueva: en un estudio realizado en el año 2000 por Mottl [13] ya se auguraba que los entonces embrionarios cursos en línea comenzarían pronto a convertirse en el método estándar de enseñanza en el ámbito corporativo; algo que hoy en día resulta indiscutible.

Es pues cierto que actualmente *e-learning* es sinónimo de cursos en formato electrónico, basados o distribuidos a través de Internet. Pero no se hablaría tanto del *e-learning* si no estuviera revolucionando la enseñanza tal y como la conocíamos, no mediante la introducción de las nuevas tecnologías como apoyo de la enseñanza tradicional sino modificando los modelos y hábitos existentes y sustituyéndolos por nuevas formas de enseñanza. El objetivo es alcanzar una mejor comprensión del proceso de enseñanza que integre aprendizaje y conocimiento en un nuevo modelo centrado en los alumnos y en sus necesidades. En este nuevo modelo, en el que se pone especial énfasis en la medición de los resultados del aprendizaje, la educación es un proceso continuo en el que no se emplean clases, donde los contenidos son modulares y se aprende, no sólo utilizando los materiales didácticos, sino también interactuando con otras personas.

## 2. Objetos didácticos reutilizables

Longmire afirma en [11] que la mayoría de los contenidos educativos en formato electrónico se desarrollan para cumplir con los objetivos de un proceso formativo específico y no con el propósito de crear una base de datos que permita reutilizar esos mismos elementos de cara a la elaboración de futuros cursos, aunque esto último resulta ciertamente deseable. Pero poco a poco se ha hecho evidente la necesidad de estructurar los cursos –o experiencias educativas, como las denomina SCORM [1]– en fragmentos reutilizables: los llamados objetos didácticos o *learning objects*, que se han convertido en el componente central de los modelos de estandarización de contenidos educativos web.

El proceso de creación y puesta a disposición de los usuarios de una experiencia educativa implica la creación, descubrimiento y agregación de –generalmente varios– objetos didácticos simples para conformar recursos educativos más complejos que tengan sentido. Es el uso de estas pequeñas piezas y la posibilidad de ensamblarlas a voluntad para construir con ellas modelos agregados de estructura superior al estilo de los bloques LEGO [20] una de las características más atractivas del *e-learning* y lo que ha multiplicado el interés generado por esta tecnología. El desarrollo de los materiales educativos en forma de objetos didácticos tiene, según Longmire [11] los siguientes beneficios: flexibilidad, ya que el material se diseña para ser utilizado en diferentes contextos; facilidad para actualizar, buscar y gestionar contenidos, siempre que exista información de metadatos que describen los objetos; personalización, pues es más fácil crear cursos a medida a partir de objetos didácticos que adaptar un curso completo a un usuario; interoperabilidad, basada en la existencia de estándares; fomento del aprendizaje basado en la adquisición de competencias, que desplaza al modelo de cursos prediseñados; e incremento del valor de los contenidos, ya que un mismo objeto servirá para varios cursos, disminuyendo así el coste de elaboración.

Ahora bien, si hemos de ser capaces de ensamblar los objetos didácticos para conformar una experiencia educativa, éstos deberían ser fácilmente accesibles e independientes del contexto en que se utilizan, y por tanto reutilizables. Lo ideal es que los recursos educativos se construyan como componentes reutilizables normalizados, lo que beneficia tanto a los desarrolladores de material educativo, como a los gestores de los mismos y a los propios alumnos. En los esfuerzos para desarrollar estándares sobre la creación y utilización de objetos didácticos, se han involucrado numerosas organizaciones e instituciones entre las que cabe destacar el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, IEEE, IMS (*Global learning consortium*), AICC (*Aviation Industry Computer Based Training Committee*) o ISO, creando especificaciones y estándares para normalizar

diversos aspectos del *e-learning*. Entre todos ellos, es sin duda SCORM [1], modelo común de objetos didácticos basado en componentes cuyo principal objetivo es permitir la compartición de contenidos educativos estándar entre diferentes sistemas, el esfuerzo más importante y que más interés suscita en la comunidad *e-learning*. SCORM engloba varios estándares y especificaciones, entre los que destaca el estándar de metadatos para objetos didácticos LOM [10].

Todos los esfuerzos de estandarización en este ámbito –una discusión detallada de los cuales pueden consultarse en [2]–, han tenido como objetivo el dar forma al concepto de recurso educativo como objeto didáctico reutilizable [21], verdadera piedra angular del *e-learning*. Aunque existen muchas definiciones de objeto didáctico, en este artículo nos ceñiremos a la definición crítica de Polsani [14], que considera un objeto didáctico como “una unidad didáctica independiente y autocontenida predispuesta para su reutilización en diversos contextos educativos”.

### 3. Reusabilidad de los objetos didácticos

Los esfuerzos anteriormente citados se dirigen a potenciar la reusabilidad del material educativo mediante la utilización de los estándares emergentes y con ello la eficiencia de los sistemas *e-learning* que los utilizan. Los beneficios derivados de la estandarización son evidentes; según Rehak [16] es sorprendente la forma en que la literatura al respecto coincide en las ventajas de la adopción de estándares: portabilidad entre plataformas, accesibilidad, posibilidad de compartir y reutilizar recursos educativos y perdurabilidad de éstos con respecto a plataformas hardware y sistemas operativos futuros.

No obstante, los problemas que impiden una efectiva reusabilidad de los objetos didácticos son aún demasiados: diferencias en la determinación del tamaño óptimo de los objetos (según Polsani [14], el tamaño de un objeto didáctico es un elemento crucial para conseguir el objetivo de reusabilidad), dificultades en la integración y gestión de objetos didácticos creados en diferentes idiomas, problemas en la determinación de la calidad de los objetos para articular experiencias educativas conformes con unos determinados parámetros de calidad, estándares de definición de metadatos no suficientemente maduros como para ser ampliamente utilizados [7], etc. A pesar de que los objetos creados según las especificaciones y estándares existentes son más interconectables y por tanto más fácilmente reutilizables en experiencias educativas diferentes, la posibilidad técnica de agregar objetos no garantiza el correcto ensamblado en una unidad superior de objetos que han sido creados para diferentes propósitos. Como se preguntan Boyle y Cook en [3], “¿cómo garantizar que la unidad resultante del ensamblado de otras unidades más pequeñas tenga sentido?”.

En definitiva, los objetos didácticos tienen un potencial de reusabilidad muy importante, pero su reutilización real no es tan sencilla. El camino recorrido hasta el momento es esperanzador, pero aún quedan dificultades importantes por solventar. Los mecanismos implementados hasta el momento para facilitar dicha reusabilidad no han logrado que se produzca una reutilización del material existente de manera efectiva y práctica; varios autores coinciden en señalar este problema y apuntan la necesidad de buscar nuevas ideas que aumenten la capacidad de reutilización de los objetos didácticos.

### 4. El papel de los metadatos en la reutilización

La definición de objeto didáctico reutilizable de Polsani y otras definiciones consistentes con la misma como las de Sosteric y Hesemeier [18] y Hamel y Ryan-Jones [8] apuntan la necesidad de proporcionar para cada objeto didáctico un registro de metadatos (a veces separado físicamente del propio contenido) que informe sobre el contenido del objeto.

Dicho registro de metadatos debe facilitar información estándar sobre los contextos de utilización del objeto, por lo que su inclusión aumenta la reusabilidad del objeto al que acompaña. En este sentido, LOM (*Learning Object Metadata*) [10] –estándar recogido por SCORM como parte de su especificación–, constituye la propuesta más significativa de especificación de metadatos. LOM determina un esquema de datos conceptual que define la estructura de una instancia de metadatos para un objeto didáctico; dicha instancia describe características del objeto agrupadas en categorías: general, ciclo de vida, meta-metadatos, educativas, técnicas, derechos, relación, anotación y clasificación. Especifica pues qué elementos componen una instancia de metadatos, con el propósito de facilitar la búsqueda, evaluación, adquisición y uso de objetos didácticos por parte de los alumnos, instructores o sistemas automatizados, así como el intercambio de los mismos y su uso compartido, permitiendo el desarrollo de catálogos e inventarios.

Se ha apuntado antes que existe un problema de reusabilidad: es difícil determinar, a la hora de crear una experiencia educativa a partir de objetos existentes, cuáles podemos reutilizar y con qué nivel de conformidad respecto a unos objetivos didácticos prefijados. Este problema proviene de las limitaciones en la capacidad de catalogación que arrastran las especificaciones de metadatos actuales, insuficientes cuando se trata de la manipulación automática de los elementos que describen [17], y provoca una limitación en la capacidad de reutilización de los objetos que, paradójicamente, va en contra de lo que la propia tecnología de objetos didácticos defiende. Si el registro de metadatos que acompaña a un objeto didáctico ha sido escrito de forma que una máquina pueda entenderlo, un módulo de software puede eventualmente recuperarlo de un almacén o repositorio para agregarlo con otros y así formar unidades superiores de instrucción a partir de un conjunto determinado de condiciones y objetivos del aprendizaje. Desgraciadamente, el actual estado de desarrollo de repositorios abiertos de objetos didácticos revela que una muy amplia parte de los registros de metadatos aparece de forma poco estructurada (muy a menudo la única descripción de metadatos disponible está en lenguaje natural) lo que dificulta la construcción de programas avanzados que automaticen el proceso de búsqueda, recuperación y agregación de unidades educativas complejas a partir de otras más simples.

De aquí podemos inferir la necesidad de formalizar el registro de metadatos que acompaña a un objeto didáctico para hacerlo comprensible y utilizable por un programa. La creación de metadatos comprensibles por las máquinas implica, en primer lugar, la confección de un lenguaje o representación formal del conocimiento que garantice la consistencia de los metadatos y por tanto la reutilización efectiva de los objetos a los que acompañan; y en segundo lugar, la existencia de prácticas de diseño que garanticen la consistencia de las descripciones de metadatos en diferentes organizaciones y repositorios. La finalidad es que un programa pueda escoger el objeto didáctico que considere más adecuado en función de sus metadatos, bien para integrarlo en una unidad de conocimiento superior o bien para mostrarlo y entregarlo al alumno de cara al cumplimiento de unos objetivos educativos previamente establecidos.

Se trata pues de proporcionar a los diseñadores de objetos didácticos y a los creadores de sistemas de gestión de enseñanza basados en tecnología un modelo de formalización para la resolución del problema de sistematización y formalización de los metadatos que acompañan a los objetos didácticos, lo cual permitirá que los sistemas automatizados reutilicen con mayor facilidad objetos didácticos que se encuentran localizados de manera distribuida y que han sido creados por entidades diferentes. Este modelo de formalización debería ser compatible con LOM o basarse en dicho estándar.

## 5. El diseño por contrato de objetos didácticos

El concepto de objeto didáctico representa un importante intento de mejorar el diseño de contenidos educativos basados en la web que se ponen a disposición de los alumnos de entornos educación virtual, que propone centrar el diseño de dichos contenidos en la reusabilidad de los mismos en diferentes contextos educativos. La clave de la reusabilidad es la provisión de metadatos en un formato estandarizado para aquellos ítems de grano fino. Por ello, la reusabilidad requiere la existencia de registros de metadatos precisos – preferiblemente basados en especificaciones o estándares internacionales como LOM– especialmente a la hora de construir módulos de programa que permitan buscar, recuperar y combinar automáticamente objetos didácticos para formar unidades de instrucción de nivel superior. Puesto que esperamos ser capaces de construir programas que permitan crear dichos objetos didácticos de orden superior a partir de módulos más pequeños, la información de metadatos debe ser comprensible para las máquinas. Si el enfoque orientado a objetos está siendo utilizado de manera general como referencia para las tecnologías de *e-learning*, ¿es posible adaptar a los objetos didácticos algún método proveniente del mundo de los objetos para hacer frente a los problemas expuestos?

La respuesta la encontramos en el llamado Diseño por Contrato, una técnica formal que tomaremos prestada de la ingeniería del software orientado a objetos, y que puede utilizarse en el diseño de objetos didácticos con el objeto de obtener un modelo de anotación de metadatos riguroso que mejore la comprensión de los metadatos por parte de sistemas automatizados. El diseño por contrato se basa en la utilización de precondiciones, poscondiciones e invariantes para definir contratos donde se determinan los cometidos de cada objeto individual dentro de sistemas de colaboración de objetos. Cuando Meyer repasa en [11] la aportación del Diseño por Contrato a la corrección del software, dice que "el concepto de corrección debe aplicarse no a software aislado sino a parejas software-especificación", ya que la corrección de un software es siempre un concepto relativo que depende de la especificación. Así, el concepto de contrato como compromiso entre un objeto y quienes lo utilizan, implica el establecimiento y publicación de precondiciones y poscondiciones formalizadas para el uso del objeto.

Según este modelo, la especificación de un objeto didáctico reutilizable puede considerarse como el conjunto de resultados educativos (salidas) que el objeto didáctico tiene la responsabilidad de facilitar dado un conjunto concreto de condiciones de aprendizaje previas (entradas). Las entradas incluyen fundamentalmente el nivel requerido de conocimientos previos, y las capacidades del alumno, capacidades de la plataforma y requisitos software, aunque hay otras condiciones que influyen de manera importante en los resultados o salidas como por ejemplo la motivación, la actitud del alumno o las capacidades del tutor. En consecuencia, podemos afirmar que no existe una clara relación determinista entre las entradas proporcionadas y las salidas producidas pero sí es posible identificar un cierto grado de asimilación para un conjunto de entradas determinado. De aquí que la fórmula clásica de corrección:

$$\{P\} A \{Q\}$$

que enuncia que "cualquier ejecución de un módulo de software A que parte de un estado que satisface P terminará en un estado que satisface Q" deba ser reconsiderada y reformulada de la siguiente manera para adaptar su significado al campo específico de los objetos didácticos:

$$\{C\} ODR \{O\} [\theta]$$

El significado de esta nueva fórmula de corrección, que sería más adecuado llamar “fórmula de propiedad” para la aplicación de un objeto didáctico, es el siguiente: “el uso de un objeto didáctico reutilizable ODR en un determinado contexto educativo C (que incluye una descripción del perfil específico del alumno) debe facilitar la adquisición del conocimiento (o competencia) O con un cierto grado de credibilidad  $\theta$ ”. El grado de credibilidad es una manera de expresar el hecho de que algunos objetos didácticos pueden haber sido acreditados como más adecuados que otros mediante revisiones autorizadas o procesos formales de evaluación como, por ejemplo, los procesos de revisión por pares de los objetos del repositorio de objetos didácticos MERLOT [5]. Como algunos objetos didácticos pueden ser aplicables en diferentes circunstancias y entornos educativos (de la propia definición de objeto didáctico se deduce que esa debería ser la tónica habitual), la “fórmula de propiedad” puede describirse como una colección de fórmulas en la forma:

$$\{C_j\} \text{ ODR } \{O_j\} [\theta_j]$$

El mayor inconveniente para aplicar esta técnica a los metadatos de objetos didácticos es que muchos metadatos descritos en LOM son difícilmente clasificables en términos de precondiciones o poscondiciones. Además, LOM presenta otro problema importante: es excesivamente permisivo, pues todos los elementos que conforman una instancia de metadatos son opcionales. Esto implica que incluso una instancia de metadatos que no contiene absolutamente ninguna información sea conforme con la especificación, lo que produce registros de metadatos excesivamente desiguales, y por ende difíciles de sistematizar. Todo lo anterior dificulta la integración entre la notación que propondremos a continuación y LOM.

## 6. Un modelo para la especificación de contratos de objetos didácticos

El modelo conceptual esbozado más arriba puede formalizarse estableciendo una correspondencia entre los conceptos expuestos y un lenguaje de representación que permita interactuar a las entidades software que buscan objetos didácticos que cumplan ciertas condiciones  $\{C\}$  y que ofrezcan determinados resultados  $\{O\}$ . A tal efecto, se propone un posible lenguaje basado en elementos de información basados en el estándar de metadatos para objetos didácticos LOM en el estilo de las aserciones del lenguaje Eiffel [12], de la forma:

```
rlo <URI>
  require <lista_de_precondiciones>
  ensure <lista_de_poscondiciones>
```

El primer elemento reseñable es el resultado educativo esperado de la asimilación de un objeto didáctico. La categoría *Classification* de LOM permite establecer objetivos educativos en una instancia de metadatos, suponiendo que se especifica su propósito – *Purpose* (9.1)– mediante el uso de los elementos del vocabulario *educational objective* o *discipline*. Si asumimos la existencia de una taxonomía del dominio de conocimiento en el que se encuadra el objeto didáctico, y que los elementos de la subcategoría de LOM *Taxon Path* (9.2) toman valores en consonancia, es posible utilizar la siguiente sintaxis para especificar el resultado educativo esperado  $\{O\}$  de un objeto didáctico reutilizable: idoneidad

```
rlo <URI>
  ensure lrn.knows(<c1>)[ $\theta_1$ ];
  ...
  lrn.knows(<cn>)[ $\theta_n$ ];
```

donde se describe un cierto objeto didáctico (rlo, *reusable learning object*) a partir de un identificador universal de recurso (URI, *Universal Resource Identifier*); learner (o en notación abreviada, lrn) es una referencia implícita al modelo del alumno; y cada  $\theta_i$  es una indicación del nivel de conocimiento sobre el elemento  $c_i$  que se espera como resultado de utilizar el objeto didáctico, entendiéndose por utilizar no sólo leer, sino completar con éxito ejercicios o pruebas de evaluación asociadas. El punto y coma puede entenderse como un AND lógico. Aunque esta notación tiene una rápida y clara traducción a una colección de valores para elementos de tipo *Classification* en LOM, la sintaxis explícita *ensure* (u otra equivalente que pudiera definirse) evita confusiones y usos inconsistentes de los elementos de metadatos.

En cuanto a las condiciones de utilización de los objetos didácticos {C}, pueden dividirse en relativas al contexto, relativas al alumno y técnicas. Estas últimas, (que hacen referencia al software o a la versión del sistema operativo necesaria) pueden formalizarse fácilmente para ser procesadas por programas automatizados, pero las condiciones relativas al alumno o al contexto son muy diversas y difíciles de sistematizar, ya que en muchos casos sólo admiten una interpretación vaga o relativa. Como ejemplo, veamos un ejercicio sobre arrays multidimensionales incluido en un curso de programación en java:

```
rlo <URI>
  require lrn.knows(Java_array)[alta];
         lrn.style(activo);
         ctx.time(2h);
         sys.requires(V6_browser);
         sys.requires(JDK1_3);
```

En este ejemplo aparecen los tres tipos de condiciones enunciadas:

- Requisitos sobre el alumno al que va destinado el objeto didáctico, que incluyen un prerrequisito (valor *prerequisite* en el elemento *Category.Purpose* de LOM) y otro más difícil de interpretar que indica que los alumnos deben tener un perfil activo.
- Requisitos referidos a la situación en que se produce el aprendizaje, como el tiempo de trabajo medio estimado (*Typical Learning Time* en LOM).
- Requisitos técnicos, expresados mediante la referencia implícita *system* (sys), que hacen referencia al software necesario.

Es importante resaltar que la interpretación de las condiciones oscila entre los requisitos muy claros, como los referidos a las plataformas de software necesarias, hasta aquellos más difícilmente determinables, como los estilos de aprendizaje. El instructor o software responsable de seleccionar y ensamblar los objetos debe decidir el grado de cumplimiento de los requisitos establecidos en el contrato por parte de sus alumnos.

## 7. Conclusiones

El diseño por contrato es una técnica de construcción de software que proporciona un marco conceptual de corrección, entendida como la consistencia con unas especificaciones dadas, que puede aplicarse al diseño de objetos didácticos reutilizables. Un objeto didáctico puede considerarse un módulo que, tras aprenderse o asimilarse, produce un resultado observable o poscondición. Las precondiciones de los objetos didácticos pueden ser consideradas como la colección de requisitos referentes al perfil del alumno, enriquecidas con otros requisitos técnicos sobre la plataforma y el contexto de aprendizaje. En consecuencia, los metadatos de un objeto didáctico pueden ser

expresados mediante aserciones útiles para las personas o los sistemas software automatizados como contratos de utilización del objeto. Para ello, se ha propuesto una sencilla sintaxis basada en el estilo del lenguaje Eiffel.

La adaptación de toda la información de metadatos que incluye LOM a la sintaxis propuesta no es una tarea sencilla. Su falta de sistematización, las inconsistencias que contiene y fundamentalmente el hecho de no haber sido específicamente diseñada para ser procesada por sistemas automatizados, dificultan esta tarea. El trabajo iniciado se encamina a completar la correspondencia entre nuestra notación y los elementos descritos en LOM, con el objetivo de facilitar la reutilización de los objetos didácticos.

## Referencias

- [1] Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative. *Sharable Courseware Object Reference Model (SCORM), Version 1.3 Application profile working draft 1.0, 2003.*
- [2] Anido, L. E. et al. *Educational metadata and brokerage for learning resources.* Computers & Education 38(4), 351—374, 2001.
- [3] Boyle, T. y Cook, J. *Towards a pedagogically sound basis for learning object portability and reuse.* 18th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, 2001
- [4] Brightman, D. (ed.). *Learning without limits vol. 3.* Informania Inc., 2000.
- [5] Cafolla, R. *Project Merlot: Bringing Peer Review to Web-based Educational Resources.* USA Society for Information Technology and Teacher Education International Conference, 2001.
- [6] Cisco Systems, Inc. *What is E-Learning?*, 1999.
- [7] Farance, F. *IEEE LOM Standard Not Yet Ready For "Prime Time".* IEEE LTTT Learning Technology Newsletter, Vol. 5, issue 1, 2003.
- [8] Hamel, C. J. y Ryan-Jones, D. *Designing instruction with learning objects.* International Journal of Education Technology, 3 (1), 2002.
- [9] International Data Corporation, IDC. *Begin Act II: Worldwide and U.S. Corporate eLearning Forecast, 2002-2006.* International Data Corporation, 2002.
- [10] IEEE Learning Technology Standards Committee. *Learning Object Metadata.* IEEE 1484.12.1, 2002.
- [11] Longmire, W. *A primer on learning objects.* American Society for Training & Development Learning Circuits, Marzo 2000.
- [12] Meyer, B. *Object Oriented Software Construction, 2nd Edition,* Prentice Hall, 1997.
- [13] Mottl, J.N. *Learn at a Distance: Online learning is poised to become the new standard.* Information Week, 3 de Enero, 2000.
- [14] Polsani, P.R. *The Use and Abuse of Reusable Learning Objects.* Journal of Digital information, vol. 3 issue 4, 2002.
- [15] Post-16 e-learning Strategy Task Force. *Get on with IT, publicado en Julio de 2002.*
- [16] Rehak, D.R. *E-Learning Standards: Questions, Decisions, Actions.* Conference Board 2003 e-Learning Conference: Strategic Implementation Bottom Line Impact, 2003.
- [17] Sánchez-Alonso, S. y Sicilia, M.A. *Expressing preconditions in learning object contracts.* II International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education, mICTE 2003. Online en: [http://ssanchez.colimbo.net/papers\\_en.htm](http://ssanchez.colimbo.net/papers_en.htm)
- [18] Sosteric, M. y Hesemeier, S. *When is a learning object not an object: a first step towards a theory of learning objects.* International Review of Research in Open and Distance Learning Journal, 3 (2). 2002.
- [19] Wagner E. D. *E-learning: where cognitive strategies, knowledge management, and information technology converge.* Learning without limits vol. 3. 2000.
- [20] Wiley, D.A. *The Post-LEGO Learning Object.* En <http://wiley.byu.edu/post-lego/post-lego.pdf>, 1999.
- [21] Wiley, D.A. *Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: a Definition, a Metaphor and a Taxonomy.* En <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>, 2000.