

Capacitación basada en objetos reusables de aprendizaje

Rafael Morales G. y Ana S. Agüera H.

La tendencia tecnológica para el diseño, desarrollo y entrega de contenido educativo es su organización en la forma de objetos reusables de aprendizaje, la generación de cursos y asesoría a la medida mediante el empleo de técnicas de inteligencia artificial y el empleo de la Web como medio de almacenamiento, distribución y presentación de contenido.

La educación con medios electrónicos (*e-learning*) es considerada una de las alternativas más prometedoras para elevar el nivel educativo y la capacitación de la población a nivel mundial. Prueba de ello son las iniciativas para fomentar la educación con estos medios que se han implantado en los Estados Unidos, Canadá y la Comunidad Económica Europea, así como los proyectos patrocinados por la UNESCO. En México, fomentar el uso de nuevas tecnologías en la educación y la capacitación es uno de los objetivos centrales de la administración actual. En particular, tanto la Comisión Federal de Electricidad (CFE) como Petróleos Mexicanos (Pemex) han mostrado un marcado interés en hacer uso de las nuevas tecnologías como herramientas para capacitar y certificar a su personal.

La tendencia tecnológica para el diseño, desarrollo y entrega de contenido educativo es su

organización en la forma de objetos reusables de aprendizaje, la generación de cursos y asesoría a la medida mediante el empleo de técnicas de inteligencia artificial y el empleo de la Web como medio de almacenamiento, distribución y presentación de contenido.

Contexto de desarrollo de la educación con medios electrónicos

En el contexto de la educación con medios electrónicos pueden distinguirse dos vertientes de investigación y desarrollo que han contribuido a conformar las bases tecnológicas para la integración de los nuevos sistemas de educación en línea. Una vertiente corresponde a lo que se conoce como Instrucción Basada en Computadora, que ha producido sistemas cada vez más sofisticados en el uso de tecnologías computacionales y de telecomunicaciones pero que, sin embargo, suelen ser más bien simples, rígidos y estáticos en la generación de experiencias educativas. La otra vertiente de investigación versa sobre los llamados Sistemas Tutores Inteligentes, desarrollados bajo la hipótesis de que las computadoras son capaces de modelar el aprendizaje en diversos dominios de conocimiento e inferir, a partir de la interacción con cada estudiante, la estrategia más apropiada de enseñanza en cada caso. Aunque diversos estudios han demostrado una mayor efectividad de los Sistemas Tutores Inteligentes, comparados con la educación tradicional y el uso de sistemas de instrucción basada en computadora, la transición de sistemas de laboratorio a sistemas comerciales todavía está lejos de concretarse para la mayoría de los sistemas tutores inteligentes.

En este contexto, la Internet y la Web han impulsado una revolución que ha impactado fuertemente ambas corrientes de investigación y



Un sistema inteligente de capacitación debe ser capaz de adaptarse dinámicamente a las necesidades de información y comunicación específicas de cada usuario, así como brindar asistencia inteligente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

desarrollo. La posibilidad de tener miles de usuarios conectados a un curso, pero cada uno con necesidades y preferencias de aprendizaje particulares, ha llevado a ambas corrientes a converger en el objetivo de definir las bases teóricas y pragmáticas que sustenten una nueva generación de sistemas educativos y de capacitación con medios electrónicos; es decir, sistemas que se beneficien de los logros obtenidos en ambas direcciones. Para lograr avances significativos hacia este objetivo ha sido necesario crear estándares para la organización, clasificación, codificación y distribución de contenidos educativos. Entre los trabajos más importantes en esta dirección se encuentran los estándares emitidos por el IMS Global Learning Consortium (IMS), la Advanced Distributed Learning Initiative (ADL) y el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Un elemento común y central en estos estándares es la propuesta de organizar el contenido educativo en la forma de objetos de aprendizaje.

Marco teórico de referencia

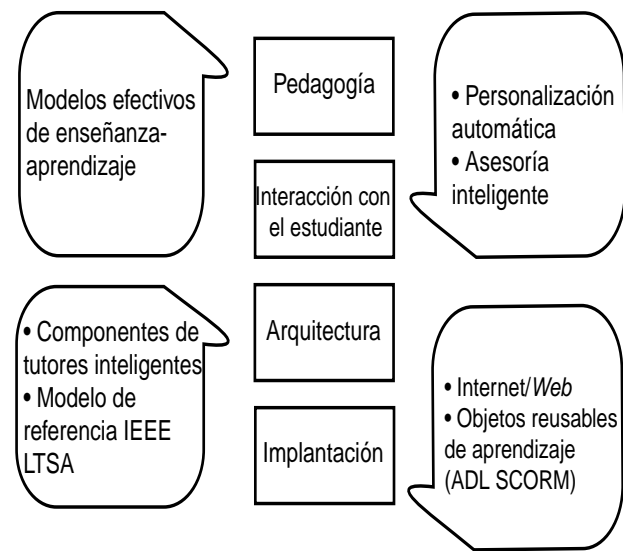
Para el análisis y desarrollo de los nuevos sistemas de capacitación con medios electrónicos, a los que nos referiremos como Sistemas inteligentes de capacitación, es conveniente modelarlos en cuatro capas que corresponden a cuatro niveles diferentes de abstracción (Morales y Agüera, 2001), tal como se muestra en la Figura 1.

Pedagogía

En el nivel superior se consideran los modelos de enseñanza-aprendizaje implantados por el sistema. Aunque la mayoría de los sistemas de capacitación con medios electrónicos existentes hoy en día se basan en un modelo simple de transmisión de conocimiento y retroalimentación, las nuevas tecnologías de computación, telecomunicaciones e inteligencia artificial ofrecen enormes posibilidades para el surgimiento de nuevos esquemas de capacitación de bajo costo, capaces de integrar mejores modelos de enseñanza-aprendizaje. Un estudio realizado por la Comisión para la Educación Basada en *Web* del Congreso de

Figura 1

Niveles de abstracción para el análisis y desarrollo de sistemas inteligentes de capacitación.



los Estados Unidos (Web-Based Education Comisión, 2000) resume las ventajas de usar Internet en tres aspectos principales: 1) centrar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el estudiante en lugar de en el salón de clase, 2) enfocarse en las fuerzas y necesidades de cada estudiante y 3) hacer de la educación continua una realidad.

Interacción con el usuario

Un sistema inteligente de capacitación debe ser capaz de adaptarse dinámicamente a las necesidades de información y comunicación específicas de cada usuario, así como brindar asistencia inteligente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En su forma más básica, la *Web* brinda a los sistemas de capacitación en general cierto grado de personalización, ya que el usuario es libre de elegir el tiempo y el lugar para educarse, además de que la naturaleza del hipertexto de la *Web* permite al usuario "hojearla" de acuerdo con sus propios intereses. Sin embargo, un Sistema inteligente de capacitación debe ser capaz de proporcionar al usuario facilidades adicionales, como son la personalización automática de contenidos, presentación y navegación; la asesoría, evaluación y retroalimentación inteligentes, brindadas al estudiante en el proceso de solución de problemas; la colaboración adaptativa, que consiste en utilizar modelos de los estudiantes –construidos automáticamente por el sis-

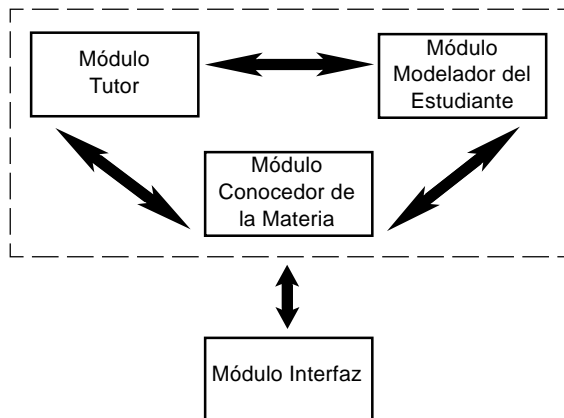
tema— para configurar grupos de colaboración efectiva; y el monitoreo de clase para detectar estudiantes con problemas mediante el análisis de sus modelos de estudiante (Brusilovsky, 1999; de Bra, 1999).

Arquitectura

La arquitectura de un sistema define los componentes abstractos, genéricos o conceptuales del sistema, así como sus interrelaciones. La arquitectura clásica (Wenger, 1987; Polson, 1988) de un Sistema Tutor Inteligente aislado (*stand-alone*) se muestra en la Figura 2.

Figura 2

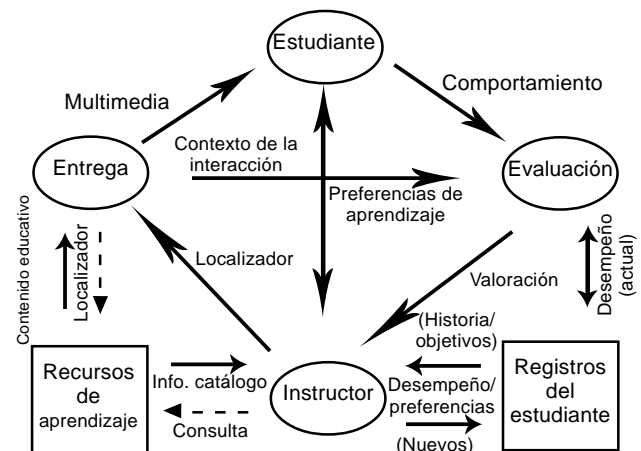
Arquitectura clásica de un Sistema Tutor Inteligente.



Más recientemente, el Learning Technology Standards Committee (LTSC) del IEEE ha propuesto una arquitectura genérica para sistemas educativos, conocida como LTSA (por Learning Technology Systems Architecture) (LTSC, 2001), que define un conjunto estándar de componentes y sus interrelaciones con el objetivo de servir como un modelo de referencia para describir, analizar y comparar sistemas educativos, que además facilite su desarrollo, portabilidad e interoperabilidad mediante la identificación de servicios, componentes e interfaces críticos. La arquitectura propuesta en el último borrador del estándar puede verse en la Figura 3. Se distinguen tres tipos de componentes, de acuerdo a la notación de Yourdon: procesos (estudiante, evaluación, instructor y entrega), repositorios de datos (recursos de aprendizaje y registros del estudiante) y flujos de información. La arquitectura LTSA toma en cuenta la posibilidad de tener un sistema distribuido en varias computadoras conectadas mediante una red local o Internet.

Figura 3

Arquitectura estándar para sistemas educativos propuesta por el LTSC del IEEE.



Implantación

En el nivel más bajo se incluye la *Web* como plataforma de ejecución, el uso de objetos de aprendizaje, estándares para la organización y codificación de contenido educativo e implantación de sistemas y técnicas de inteligencia artificial. Tanto la arquitectura tradicional de un Sistema Tutor Inteligente como la arquitectura LTSA pueden ser adaptadas de varias maneras a la *Web*. Las alternativas van desde codificar el sistema completo como un *applet* que se descarga y se ejecuta en el navegador (*browser*) de *Web* hasta dejar al sistema completo en un servidor y realizar la interacción con el usuario a través de páginas en HTML. Entre estas dos opciones extremas se encuentra un amplio rango de arquitecturas distribuidas más o menos complejas e interesantes.

En lo que respecta a los contenidos educativos, éstos pueden ser codificados, dependiendo de su modalidad, en cualquiera de los formatos asociados con la *Web*, estandarizados o propietarios: (X)HTML, XML, GIF, PNG, JPEG, Flash, MPEG, MP3, VRML, etc. También es posible generar los contenidos dinámicamente a partir de información contenida en bases de datos y de conocimiento. Otro aspecto clave de los contenidos educativos es su organización o empaquetado, así como su descripción o etiquetado, con el fin de que puedan ser localizados, transmitidos y accedidos de manera confiable, fácil y eficiente por un sistema educativo. Aquí es donde estándares como los de IMS, LTSC y ADL juegan un papel fundamental.

Contenido educativo organizado en objetos de aprendizaje

Como se mencionó anteriormente, la tendencia tecnológica en la producción de contenido educativo en *Web* se orienta hacia los objetos de aprendizaje, debido a su enorme potencial de reusabilidad, capacidad generativa, adaptabilidad y escalabilidad (Wiley, 2000).

La idea central detrás del uso de los objetos de aprendizaje es el reúso. El desarrollo de contenido educativo redundante tiene implicaciones de costo y tiempo que en un mercado competitivo resulta inevitable aminorar. Además, compartir cursos completos es difícil e ineficiente debido a que las necesidades y objetivos de aprendizaje varían de acuerdo a cada institución y de una persona a otra. Un enfoque más prometedor es pensar en desarrollar piezas más pequeñas de instrucción que puedan ser compartidas y reutilizadas en diferentes contextos y que además se puedan combinar para construir bloques de instrucción mayores, en forma análoga a lo que ocurre con las piezas de los juguetes LEGO.

Bajo este enfoque, la autoría de contenido educativo no necesariamente tiene que empezar de cero. Un diseñador de cursos sólo tiene que localizar los objetos de aprendizaje que necesita para estructurar un curso a la medida; más aún, es posible armar secuencias de contenido educativo dinámicamente. Esto da oportunidad al procesamiento inteligente de objetos de aprendizaje, permitiendo que las secuencias sean generadas por un programa de computadora (agente inteligente).

La tendencia hacia los objetos de aprendizaje va muy bien con otra tendencia: la capacitación basada en habilidades y competencias. Idealmente, si se tienen objetos de aprendizaje para cada una de las habilidades catalogadas en un diccionario de competencias, sería posible construir un programa de capacitación exactamente a la medida del perfil de cada trabajador.

¿Qué es un objeto de aprendizaje?

No existe un consenso generalmente aceptado acerca de la noción de objeto de aprendizaje. En un sentido amplio, las nociones van desde aquellas que incluyen personas, objetivos, organizaciones y eventos, hasta las que lo consideran como cualquier entidad digital que puede ser usada o referenciada durante una experiencia de aprendizaje apoyada en tecnología computacional o de telecomunicaciones. En un sentido más estricto, un objeto de aprendizaje debe po-

ser ciertos atributos esenciales que lo distinguen de simples piezas de información:

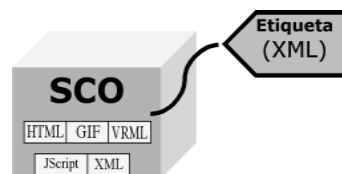
- ser un objeto educativo.
- proporcionar una cantidad de conocimiento o habilidad relativamente pequeña.
- ser autocontenido.
- ser útil en más de una secuencia de instrucción.
- ser fácil de identificar y por tanto de buscar.
- ser independiente de un sistema administrador del aprendizaje (Learning Management System, o LMS) específico y
- ser accesible desde una gran variedad de plataformas.

De acuerdo con el modelo SCORM de ADL (ADL, 2001), un objeto reusable de aprendizaje (Sharable Content Object, SCO por sus siglas en inglés) es la unidad mínima de contenido educativo a la que da seguimiento un sistema administrador del aprendizaje. Un SCO está diseñado para poder ser usado en diferentes contextos (por ejemplo, diferentes cursos) por lo que no puede depender de que otros SCO sean presentados al estudiante antes o después. Esto significa que cada SCO debe contener toda la información necesaria para ser comprensible en sí mismo. Por supuesto, es imposible que un SCO contenga toda la información necesaria para hacerlo comprensible, en sentido estricto. Es inevitable hacer suposiciones sobre los conocimientos del usuario previos a la presentación del SCO. La idea es más bien similar a la de diseñar las secciones de un libro de manera que no sea necesario leerlas en orden.

Físicamente, un SCO es una colección de uno o más bienes que son representaciones electrónicas de textos, imágenes, sonidos u otras piezas de datos que pueda ser entregada a un cliente de *Web*. La Figura 4 muestra una representación de un objeto de aprendizaje compuesto por varios bienes.

Figura 4

Objeto reusable de aprendizaje y sus bienes.



Etiquetado y empaquetado de objetos de aprendizaje

Para facilitar la búsqueda y descubrimiento de objetos de aprendizaje en un repositorio, y favorecer así su reuso, es necesario describir su contenido en una etiqueta y “pegarla” al objeto. La información contenida en la etiqueta de un objeto de aprendizaje es conocida como los metadatos (*metadata*) del objeto; es decir, datos acerca de los datos. Se trata de información descriptiva acerca del objeto; por ejemplo, si se compara un objeto de aprendizaje en un repositorio con un libro en una biblioteca, los metadatos del objeto vienen a ser el equivalente a la ficha correspondiente en el catálogo de la biblioteca, que contiene información acerca del libro como su título, autor, fecha de publicación, editorial, clasificación, etc.

La utilidad de los metadatos depende del uso de una nomenclatura común para describir el contenido de los objetos de aprendizaje. Los grupos de trabajo en estándares son los encargados de establecer la información suficiente y necesaria para describir un objeto de aprendizaje: qué contiene, dónde puede ser usado, nivel de dificultad, lenguaje, versión, etc. Entre los trabajos más importantes en esta dirección se encuentran los estándares emitidos por IMS, ADL y el IEEE. No obstante, para alcanzar la interoperabilidad entre sistemas o pensar en una verdadera distribución del conocimiento (y del aprendizaje) se requiere que, además de que los sistemas “hablen” acerca de lo mismo, también usen un lenguaje común de comunicación. Aquí es donde entra el eXtensible Markup Language (XML), el lenguaje propuesto por el World Wide Web Consortium para reemplazar a HTML como el lenguaje de la *Web* (W3C, 2000).

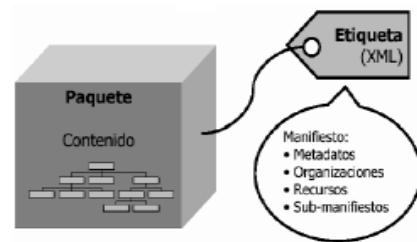
Finalmente, los objetos de aprendizaje son transmitidos entre diferentes sistemas o herramientas agrupados en paquetes de contenido educativo, como se ve en la Figura 5, correspondientes a lecciones, módulos, cursos, diplomados, etc. Una vez más, la organización de cada paquete se basa en estándares que facilitan el reuso y la interoperabilidad. Cada paquete tiene asociada una etiqueta en XML que describe características propias del paquete, particularmente la organización de los objetos de aprendizaje en el paquete y sus metadatos.

Perspectivas de desarrollo e investigación

Hoy en día existe una demanda cada vez mayor de sistemas educativos y de capacitación con medios

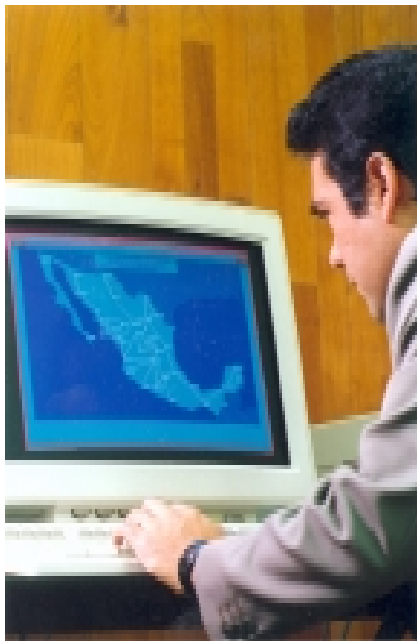
Figura 5

Paquete con contenido educativo.



electrónicos. En consecuencia, el énfasis está en la cantidad más que en la calidad (Brusilovsky, 1999). Curiosamente, es ese mismo interés uno de los motores principales de la investigación actual sobre sistemas inteligentes de capacitación basados en la *Web*. Desafortunadamente, la falta de una estandarización que facilite la creación de contenido educativo flexible y su intercambio entre diferentes sistemas es un factor que contribuye de manera importante al escaso éxito comercial de los sistemas inteligentes de capacitación. Resolver este problema es una de las motivaciones centrales detrás de la propuesta de organizar el contenido educativo en objetos de aprendizaje.

Nuestro grupo de investigación tiene como interés principal el desarrollo de Sistemas Tutores Inteligentes capaces de adaptarse a los objetivos, necesidades y preferencias de aprendizaje de cada uno de sus usuarios. Siendo congruentes con las tendencias tecnológicas y las demandas del mercado, hemos adoptado una estrategia de investigación que, en primer término, considera el desarrollo de un sistema basado en el estándar SCORM capaz de reorganizar dinámicamente los objetos de aprendizaje que componen un curso. La primera fase de nuestra investigación se ha enfocado en la representación de contenidos educativos en la forma de objetos reusables de aprendizaje, así como en los mecanismos de acceso a dichos contenidos para su ensamblado y presentación. Concretamente, hemos desarrollado un prototipo de sistema de capacitación en la *Web*, siguiendo el estándar SCORM, que puede ser usado como plataforma para investigaciones y desarrollos posteriores en la línea descrita anteriormente. Aunque es conocido que la tecnología de objetos reusables de aprendizaje en general ha tenido hasta ahora poca aceptación entre la comunidad de investigación en sistemas educativos inteligentes, poco a poco han ido apareciendo reportes de trabajos que buscan integrar ambas tecnologías (Lin et al, 2001).



Un aspecto importante a considerar en nuestra investigación es cuál es la granularidad apropiada de los objetos de aprendizaje, que permita flexibilidad suficiente para un manejo inteligente de los contenidos, sin comprometer ni la eficiencia del sistema, ni la calidad del contenido educativo presentado al usuario, ni la independencia, reusabilidad e interoperabilidad de los objetos de aprendizaje. A más largo plazo, nuestra investigación considera el uso de agentes inteligentes (Johnson y Rickel, 2000; Maes, 1994), animados y no animados, como una alternativa atractiva para añadir adaptabilidad e inteligencia a un sistema educativo basado en objetos de aprendizaje. De esta manera esperamos contribuir de manera significativa la creación de esquemas de capacitación con medios electrónicos que sean flexibles, económicos y efectivos.

Rafael Morales Gamboa

Licenciado en Matemáticas por la UNAM, estudió la maestría en Ciencias Computacionales en el ITESM Campus Morelos y el doctorado en Inteligencia Artificial en el Departamento de Inteligencia Artificial de la Universidad de Edimburgo. Desde 1994 es investigador del Instituto de Investigaciones Eléctricas en la Gerencia de Sistemas Informáticos. Sus áreas de interés son el modelado del estudiante en sistemas tutoriales inteligentes y los sistemas educativos basados en Web.

rmorales@iie.org.mx

Ana Silvia Agüera Hernández

Ver currículum en la pág. 22.

Referencias

- ADL. *Sharable Content Object Reference Model Version 1.2*. Advanced Distributed Learning, 2001. URL <http://www.adlnet.org>
- Brusilovsky, B. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-Based Education. *Künstliche Intelligenz, Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching* 4, 1999, págs. 19–25. URL <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/KI-review.html>
- De Bra, P. Design Issues in Adaptive Web-site Development. En *Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web*, 1999, editado por P. Brusilovsky y P. de Bra. URL <http://www.wis.win.tue.nl/asum99>
- IMS. *IMS Learning Resource Meta-Data Specification: Version 1.1 Final Specification*. IMS Global Learning Consortium, 2000. URL <http://www.imsproject.org/metadata/index.html>
- Johnson, L. W. & J. W. Rickel. Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 11, 2000, págs. 47–78.
- Lin, F. et al. A Framework for Developing Online Learning Systems. En *Proceedings of the Second International Conference on Advances in Infrastructure for E-Business, E-Science and E-Education on the Internet*, 2001.
- LTSC. *IEEE P1484.1/D8, 2001-04-06 Draft Standard for Learning Technology—Learning Technology Systems Architecture (LTSA)*. Learning Technology Standards Committee. IEEE Computer Society, 2001. URL <http://ltsc.ieee.org/doc/>
- Maes, P. Agents That Reduce Work and Information Overload. *Communications of ACM* 37(7), 1994, págs. 31–40.
- Morales, R. y A. S. Agüera. Un Marco Teórico para el Desarrollo de Sistemas Inteligentes de Capacitación Basados en Tecnología Web. En *Memorias de la IEEE ROC&C'2001: 12a Reunión de Otoño de Comunicaciones, Computación, Electrónica y Exposición Industrial*, 2001, CP–20.
- Polson, M. C. & J. J. Richardson. *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- W3C. *Extensible Markup Language (XML) 1.0*, W3C Recommendation. World Wide Web Consortium. 2ª edición, 2000. URL <http://www.w3c.org/TR/2000/REC-xml-20001006>.
- Web-based Education Commission. *The Power of the Internet for Learning: Moving from Promise to Practice*. E.E.U.U. 2000. URL <http://www.webcommission.org/report>
- Wenger, E. *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*. Morgan Kaufmann, 1987.
- Wiley, D. *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. 2000. URL <http://www.reusability.org/read/>