

# **Sistema Generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje Constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR): la Interdisciplinariedad en los ambientes de aprendizaje en línea**

## **Constructivist Teaching-Learning Environment Generator System based on Learning Objects (AMBAR): multiple discipline interaction in e-learning environments**

María Gertrudis López\*, Vanessa Miguel\*\*, Nora Elena Montaña\*

Escuela de Computación. Facultad de Ciencias \*

Escuela de Medicina Luis Razetti. Instituto de Medicina Experimental. Facultad de

Medicina\*\*. Universidad Central de Venezuela

lopezg@ucv.ve, miguelv@ucv.ve, nmontano@ciens.ucv.ve

### **Resumen**

Este trabajo describe la base interdisciplinaria entre el diseño instruccional y la ingeniería de software de un Sistema Generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje (AMBAR), una herramienta Web que permite a profesores y aprendices elaborar y participar en procesos de enseñanza aprendizaje constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje reusables (OA). Se presenta la base conceptual de AMBAR, la cual incluye las definiciones y caracterizaciones de OA y sus repositorios, las teorías de aprendizaje constructivistas en las que se basa, como el Aprendizaje Generativo y la Teoría de la Flexibilidad Cognitiva, los estándares como SCORM e IMS Learning Design, y la visión de Web Semánticas. Para el desarrollo de AMBAR se está utilizando un método Orientado a Objetos basado en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) y se están combinando metodologías propias del diseño instruccional con las de la ingeniería de Software, dentro de una visión interdisciplinaria. Actualmente, se cuenta con el primer prototipo del repositorio de OA, una ontología que permitirá la incorporación de mecanismos inteligentes de guía al usuario para la construcción asistida de los ambientes de aprendizaje, y un generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje basados en las estrategias de formación de conceptos (Conceptool).

### **Palabras claves:**

Objetos de Aprendizaje, Repositorios de Objetos de Aprendizaje, Constructivismo, Sistemas Generadores de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje, SCORM, IMS Learning Design, Ontología.

### **Abstract**

This article describes the multidiscipline base interaction between instructional design and the software engineering of a Constructivist Teaching-Learning Environment Generator System (AMBAR), a web-based software tool that will allow teachers and pupils to design and participate in constructivist teaching-learning processes based on reusable Learning Objects (LO). The conceptual base of AMBAR is described, including definitions and characteristics related to LO and its repositories; the constructivist learning theories in which it is based, such as Generative Learning and Cognitive Flexibility Theory, as well as standards such as SCORM and IMS Learning Design and semantic web vision. For the development of AMBAR, an Object-Oriented method based on Unified Modeling Language (UML) is used, combining instructional design methods with software engineering methods, framed within an interdisciplinary vision. Currently, the first prototype of LO repository is in place, an ontology that will permit the incorporation of intelligent mechanisms of user guide for assisted construction of learning environments and a Teaching-Learning Environment generator based on concept formation.

### **Keywords:**

Learning Objects, Learning Objects Repositories, Constructivism, Teaching-Learning Environment Generator System, SCORM, IMS Learning Design Ontology.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos en cualquier área del saber dentro de un mundo inmerso en la tecnología, la información y el conocimiento, es la búsqueda de soluciones a problemas netamente interdisciplinarios. Necesariamente hay que lograr un acercamiento entre las disciplinas involucradas, más allá de aportar soluciones desde una sola, para lograr producir el conocimiento que de respuesta a los problemas.

Uno de estos problemas interdisciplinarios es el uso efectivo de las tecnologías World Wide Web (WWW) para que su utilización sea un canal para instruir más que solamente para informar (Fairweather y Gibbons, 2000). Para dar respuesta a este problema es necesario combinar los conocimientos de ámbitos tales como: diseño, arquitecturas y herramientas de software; diseño instruccional, psicología del aprendizaje y buenas prácticas pedagógicas, así como los conocimientos específicos de cada área del saber.

Dentro del contexto educativo venezolano, las oportunidades limitadas para acceder las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICS) y la falta de herramientas de software libre basadas en teorías cognitivo-constructivistas, usables y accesibles a los profesores y estudiantes, nos motivaron a plantear la creación de una herramienta de software que pudieran ayudar a resolver las carencias antes mencionadas.

En este trabajo se describen los avances en el diseño y desarrollo de un Sistema Generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje, denominado AMBAR, basado en una visión interdisciplinaria que incluye un enfoque Cognitivo-Constructivista de aprendizaje, el concepto de Objetos de Aprendizaje (OA) y repositorios de OA, los estándares para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en línea, como SCORM y Learning Design, y la visión de Web Semántica.

El trabajo está estructurado de la siguiente forma: en primer lugar se presenta la base conceptual de AMBAR, la cual incluye las definiciones y caracterizaciones de Objetos de Aprendizaje y repositorios de Objetos de Aprendizaje, las teorías de aprendizaje en las que se basa AMBAR, las cuales abarcan la Teoría de la Flexibilidad Cognitiva y el Aprendizaje Generativo; estándares para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en línea, como lo son SCORM (Sharable Content Object Reference Model) e IMS Learning Design y como último aspecto de la base conceptual se habla de Web Semánticas y Ontologías. En segundo lugar se presenta la descripción de AMBAR, la cual incluye los siguientes aspectos: la visión interdisciplinaria de AMBAR, su metodología de desarrollo, sus características principales y su estado de evolución. También se describe la ontología de AMBAR y el generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje basado en la estrategia instruccional de formación de conceptos, que permite implementar en ambientes Web diseños instruccionales basados en esa estrategia. Por último se presentan las conclusiones del trabajo y las referencias bibliográficas.

## BASE CONCEPTUAL DE AMBAR

### Objetos de Aprendizaje (OA) y Repositorios de OA

Formalmente no hay una única definición de OA y las existentes varían en su grado de amplitud sobre lo que se considera o no un OA. Para este trabajo se tomaron como base las definiciones de Downes (2001) y Wiley (2000), teniendo entonces que un OA es un nuevo tipo de elemento instruccional basado en el paradigma de la Orientación a Objetos del área Ingeniería de Software, orientado al soporte del aprendizaje en línea, que se crea una sola vez y se puede utilizar muchas veces más y en distintos contextos.

Para poder hacer un mejor uso de los OA es necesario que estos estén almacenados en alguna clase de base de datos o repositorio. Un repositorio de OA contiene los OA y sus descriptores (metadata) y debe tener las siguientes funcionalidades (Higgs, Meredith y Hand, 2003): (a) búsquedas de OA de acuerdo a distintos criterios, (b) control de Calidad de los OA almacenados, (c) despliegue de OA localizados a través de búsquedas, (d) mantenimiento de OA a través de un control de versiones adecuado, (e) recuperación de OA: se debe poder recibir un OA que ha sido requerido, (e) envío de OA al repositorio, (f) almacenamiento de OA en el repositorio con identificadores únicos que permitan su localización posterior, (g) obtención de metadata asociada a los OA, (h) publicación de metadata para otros repositorios de OA.

### Teorías de Aprendizaje bases de AMBAR

Algunos pioneros en la comunidad de la tecnología instruccional han comenzado a trabajar con la correspondencia entre los principios instruccionales y los atributos técnicos de los sistemas de OA para propósitos educativos y de entrenamiento (Bannan-Ritland, Dabbagh, y Murphy, 2000). Sin embargo, muchos de estos esfuerzos se han enfocado en integrar perspectivas tradicionales de aprendizaje basadas en procesamiento cognitivo de la información y en el diseño de sistemas instruccionales.

Otros esfuerzos han incorporado estas perspectivas en el uso de sistemas de OA para incrementar la eficiencia de los procesos de diseño y desarrollo instruccional. Los sistemas de OA son bien conocidos por cumplir estos objetivos, integrando claramente las taxonomías tradicionales de aprendizaje en estos sistemas, capitalizando la eficiencia y el uso de contenidos en las arduas tareas de diseño y desarrollo instruccional.

Para Bannan-Ritland, Dabbagh y Murphy (2000), la incorporación de perspectivas alternativas de aprendizaje relacionadas con la filosofía constructivista no ha sido considerada todavía para la aplicación de sistemas de OA. Hasta el momento, los atributos de un sistema que pudiera permitir actividades constructivistas manejadas por el alumno no han sido completamente exploradas y pueden revelar implicaciones significativas para el desarrollo de estos sistemas.

Para la incorporación del enfoque constructivista en estos sistemas se propone la consideración de dos estrategias de aprendizaje: el Aprendizaje Generativo Grabowsky (1996) y la Teoría de la Flexibilidad Cognitiva (Spiro, Feltovich, Jacobson, y Coulson 1987).

El objetivo del aprendizaje generativo es que el aprendiz no sea un receptor pasivo de información si no que sea un participante activo en el proceso instruccional a

través de la construcción de conocimiento relacionando información disponible en el ambiente instruccional con sus experiencias previas y conocimientos anteriores. La naturaleza flexible y dinámica de un medio como Internet y la WWW se alinea muy bien con un enfoque pedagógico constructivista generativo permitiendo al aprendiz y al instructor construir generativamente, manipular, describir u organizar OA que, a través del sistema, se pueden enriquecer con recursos adicionales así como también se puede proveer una experiencia de aprendizaje significativa para el usuario.

La Teoría de la Flexibilidad Cognitiva emplea un número de prescripciones instruccionales para guiar la adquisición y transferencia de conocimiento avanzado. Esto incluye:

- El uso de múltiples representaciones del conocimiento (por ejemplo: múltiples temas, analogías, ejemplos de casos, líneas de argumentos, entre otros).
- Enlace explícito y ajuste de conceptos para practicar y elaborar ejemplos de casos (por ejemplo, situar conocimiento conceptual en contextos que son similares a los requeridos para la aplicación del conocimiento).
- Introducir complejidad incrementalmente en unidades pequeñas y cognitivamente manejables.
- Establecer las interrelaciones y la naturaleza de red del conocimiento (en vez de manejar el conocimiento aislado).
- Enfrentar el ensamblaje de conocimiento apropiado a partir de varios recursos conceptuales y casos prácticos (más que la recuperación intacta de información memorizada previamente).

Las características instruccionales mencionadas son implementadas a través de un Hipertexto Cognitivo Flexible, el cual es un ambiente de aprendizaje hipermedia que permite yuxtaposiciones múltiples del contenido instruccional a través de una estructura conceptual grande y compleja. A través del ambiente de aprendizaje hipermedia, los aprendices son expuestos a múltiples perspectivas del contenido y donde deben analizar sus temas entendiendo los procesos que los enlazan.

### **Estándares para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en línea**

En el marco de las comunidades de usuarios basadas en las tecnologías, surge la necesidad de colaborar y compartir recursos e información. Para ello es necesario contar con lenguajes y especificaciones comunes que, a través de las comunidades, organizaciones profesionales y entes regulatorios, se convierten en estándares aceptados a nivel internacional. En el ámbito del desarrollo de ambientes de aprendizaje en línea, los estándares más conocidos son SCORM (Sharable Content Object Reference Model) (ADL, 2004) e IMS Learning Design (IMS, 2003).

SCORM es una colección de estándares y especificaciones adaptadas de múltiples fuentes para proveer una gama detallada de capacidades de aprendizaje en línea, que permite interoperabilidad, accesibilidad y reusabilidad de contenido, siendo el estándar de aprendizaje en línea con mayor penetración en el mercado educacional (Griffiths et al. 2005). SCORM 2004 (ADL, 2004) define un modelo para crear y desarrollar aprendizaje en línea, teniendo a la Web como medio primario para entregar la instrucción. Se basa en el supuesto de que cualquier cosa que pueda ser entregada a través de la Web puede ser usada fácilmente en otros contextos instruccionales, eliminando la mayor parte del trabajo de desarrollo necesario para hacer adaptaciones a distintas plataformas tecnológicas.

El IMS Learning Design no sólo permite el empaquetamiento de recursos sino el modelado completo de escenarios de aprendizaje y la aplicación de diversos enfoques pedagógicos. Según Jeffery y Currier (2003), IMS Learning Design puede describir una amplia variedad de modelos pedagógicos, o enfoques de aprendizaje, incluyendo trabajo en grupo y aprendizaje colaborativo y provee un lenguaje de alto nivel, o meta modelo, que puede describir muchos modelos diferentes. El lenguaje describe como la gente realiza actividades usando recursos (incluyendo materiales y servicios), y como estos se coordinan en un flujo de aprendizaje.

Al igual que en SCORM, en IMS Learning Design la estructura del escenario de aprendizaje está separada de los materiales de aprendizaje y servicios, lo que permite que los materiales puedan ser reusados en diferentes escenarios. Los escenarios de aprendizaje también pueden ser reusados y se les pueden añadir nuevos materiales.

### **Web Semánticas, Ontologías y Repositorios de OAs**

Según Castells (2003) la Web Semántica propone superar las limitaciones de la Web actual mediante la introducción de descripciones explícitas del significado, la estructura interna y la estructura global de los contenidos disponibles en la Web. Es una corriente promovida por el consorcio W3C, cuya finalidad es lograr que las máquinas puedan entender y utilizar el contenido de la Web sin necesidad de la intervención humana. Esta nueva Web estaría formada por agentes inteligentes de software, capaces de navegar y realizar operaciones de manera automatizada, para ahorrar trabajo en las búsquedas y optimizar los resultados de las mismas.

Según Berners-Lee, Hendler. y Lassila (2001), para que la Web Semántica funcione, las computadoras deben tener acceso a colecciones estructuradas de información y conjuntos de reglas de inferencia, que puedan utilizar para llevar a cabo el razonamiento automático. Estas necesidades se pueden satisfacer utilizando ontologías. Una ontología define un vocabulario común para compartir información en un dominio (Noy y McGuinness, 2001). La ontología organiza el conocimiento de forma jerárquica permitiendo lograr una visión compartida al definir los conceptos centrales, sus relaciones y atributos.

Koper (2004) justifica el uso de la web semántica y explora su uso en el área educativa. Este autor plantea que la ambición principal de la web semántica es permitir a los agentes de software interpretar el significado del contenido web, proporcionando soporte a los usuarios para que realicen sus tareas. Para interpretar el significado de los OA y servicios, varios modelos semánticos y técnicas de codificación están disponibles, como UML, XML schema, XML, RDF, RDF schema, mapas de tópico, OWL y técnicas como análisis semántico latente.

Koper también identifica dos áreas de interés en el uso de la web semántica en el área educativa: a) agentes de software que interpretan la estructura semántica de las unidades de aprendizaje para disminuir la sobrecarga de trabajo del profesor o facilitador y b) los agentes de software que interpretan la estructura de la redes de aprendizaje distribuidas, auto-organizadas y auto-dirigidas para la formación continua con el fin de ayudar a las personas a realizar sus tareas en este contexto. Ejemplo de estas tareas son: búsqueda de unidades de aprendizaje apropiadas, creación y adaptación de unidades de aprendizaje, creación y adaptación de recursos de aprendizaje, navegación a través de la red (creando efectivas, eficientes y sensibles rutas de aprendizaje), acceso a la posición actual en la red y proveer ayuda con soporte a las tareas (por ejemplo: proveer feedback en el desempeño, organización y replicación de e-mail).

En Hilera, Bengochea, Sánchez, Gutiérrez y Martínez (2005) se presentan tres formas posibles de aplicar técnicas derivadas del tratamiento de la información textual al ámbito de los sistemas de e-learning basados en OAs reutilizables: (a) la generación automática de metadatos (LOM, IMS-MD, SCORM, Dublín Core) a partir de recursos didácticos, (b) la generación automática de cuestionarios de evaluación (IMS-QTI) y (c) la construcción de buscadores lingüísticos de objetos didácticos en repositorios normalizados (IMS-DRI) y en repositorios semánticos basados en ontologías.

Una de las conclusiones a las que llegan es la posible combinación de las técnicas de Ingeniería Lingüística en los repositorios de OAs y sistemas de búsqueda asociados, para su integración en la arquitectura de repositorios sugerida por IMS-DRI. En este sentido, la propuesta es aplicar las técnicas ya utilizadas en los sistemas de recuperación de información (SRI), teniendo en cuenta que los OAs no son sino un caso particular de recurso de información. Al igual que ocurre con los SRI, que empiezan a utilizar métodos de búsqueda semántica que mejoren los resultados de las consultas de los usuarios, los repositorios de recursos de aprendizaje también comienzan a incorporarse a esta tendencia, por lo que se sugieren posibles combinaciones de la Ingeniería Lingüística con las ontologías en las que se basarán los repositorios semánticos en el futuro.

En Soto, Sánchez y Sicilia (2005) se presenta una arquitectura para un repositorio semántico de objetos de aprendizajes (SLOR) basado en un modelo ontológico. Dicha ontología sirve como base para la creación de un repositorio de objetos de aprendizaje flexible. Posteriormente estos autores introdujeron las ideas centrales de una nueva generación de repositorios flexibles en la que todas las conceptualizaciones del término OA tienen lugar: el repositorio semántico. Presentan avances sobre el diseño del esquema de una ontología para proporcionar mayor flexibilidad en la descripción de las entidades en un repositorio semántico de OA, además de permitir funciones automatizadas o delegación de tareas a agentes. También señalan las carencias de los repositorios de objetos actuales y se muestran algunos de los beneficios de los repositorios semánticos en comparación con la situación existente (. Concluyen que el modelo actual de repositorios de OAs cuenta con un buen número de inconvenientes que imposibilitan, o al menos dificultan, su uso generalizado y el modelo de repositorio semántico esbozado, prototipo de una nueva generación de repositorios de OAs, proporciona la unificación de las distintas conceptualizaciones existentes Soto, García y Sánchez, 2006).

## DESCRIPCIÓN DE AMBAR

En la Universidad Central de Venezuela, específicamente en un proyecto de investigación y desarrollo denominado AMBAR: Sistema Generador de AMBientes de Enseñanza-ApRendizaje Constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje, se está desarrollando una plataforma tecnológica que soporte al almacenamiento, generación, uso y reuso de OA y Diseños de Aprendizaje en ambientes instruccionales bajo enfoques cognitivo-constructivistas (López, Miguel y Montaña, 2005) y que a su vez sean compatibles con los estándares actuales IMS LD (IMS, 2003), (Koper, 2003) y el SCORM (ADL, 2004) y que provea los servicios de Web Semántica.

### Visión Interdisciplinaria de AMBAR

Una de los objetivos principales de los ambientes de aprendizaje generados por el Sistema AMBAR, es lograr incluir dentro del modelo conceptual las diferentes perspectivas de cada una de las disciplinas que participan en su desarrollo, sin olvidar

que son los docentes y los aprendices quienes usarán y compartirán los ambientes generados. Esta inclusión es vista como una negociación de significados, donde las disciplinas se ponen de acuerdo para lograr generar un nuevo conocimiento interdisciplinario que al final enriquece el producto desarrollado.

La Figura 1 muestra una visión de las disciplinas consideradas en el proceso de desarrollo de AMBAR como sistema generador y al mismo tiempo como ambiente constructivista de enseñanza aprendizaje.



Figura 1. Estructura Interdisciplinaria de AMBAR

Un lado del triángulo, aporta todo el conocimiento referente al desarrollo de software desde su visión interna (Ingeniería de Software) hasta su visión externa (Interacción Humano Computador) la cual es el medio de comunicación con los usuarios (docentes y aprendices) apuntando al desarrollo de un sistema usable por usuarios que no tienen que ser expertos en tecnologías.

El otro lado, aporta todo lo referente a la plataforma tecnológica sobre la cual se implantará el sistema, que por su naturaleza colaborativa, requiere estar dotada de una arquitectura que provea medios de comunicación entre los usuarios. Dentro de esta plataforma, las bases de datos representan un punto clave para AMBAR, puesto que son estas las que permiten almacenar, compartir y reutilizar el conocimiento entre los usuarios.

El lado más significativo dentro de AMBAR es el correspondiente a la disciplina del Diseño Instruccional, puesto que representa el punto de partida tanto para el proceso de desarrollo de software como para los ambientes de enseñanza-aprendizaje a generar por el sistema. Tópicos como la definición de una ontología para definir el dominio de AMBAR ha sido crucial para compartir una visión global en el desarrollo.

Desde la Ingeniería de software e Interacción Humano Computador, el diseño instruccional ha sido base para estructurar el modelo conceptual de los ambientes y su interacción con los repositorios de OA teniendo que la visión interdisciplinaria de AMBAR tiene un impacto en el trabajo colaborativo. El proyecto AMBAR además de reunir a actores que provienen de disciplinas diferentes, ha permitido una comunicación fluida entre ellos y los ha dotado de conocimiento interdisciplinario que puede servir de base para desarrollos similares.

### Metodología de desarrollo de AMBAR

Para el desarrollo de la herramienta de software se está utilizando un método Orientado a Objetos basado en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) donde se incorporan las mejores prácticas en el proceso de desarrollo de software tales como:

desarrollo iterativo, administración de requerimientos, arquitecturas basadas en componentes, modelado visual, verificación continua de calidad y manejo del cambio.

Para el diseño de los Ambientes de Aprendizaje basados en enfoques constructivistas y en OA se requiere combinar métodos de diseño instruccional con métodos provenientes de la ingeniería de Software. El método propuesto incluye: (a) analizar requerimientos instruccionales asociados al diseño a elaborar, (b) analizar los requerimientos a nivel de la ingeniería de software, (c) establecer vínculos tales como: modelos, elementos de diseño, espacios de trabajo, etc. que permitan un acercamiento de ambas disciplinas y (d) utilizar un procedimiento de diseño adecuado al contexto interdisciplinario de producción de ambientes de aprendizaje constructivistas basados en OA.

### **Características de AMBAR**

AMBAR es una herramienta de software basada en la Web, de fácil uso e ilimitado acceso que permitirá a profesores y aprendices elaborar y participar en procesos de enseñanza aprendizaje constructivistas basados en OA reusables. Está constituido por tres ambientes: un ambiente para facilitarle al docente el diseño instruccional, un ambiente para la colaboración entre estudiantes y docentes para la generación de conocimiento (basado en un modelo pedagógico) y un módulo para el mantenimiento del repositorio de OA y todos los demás elementos asociados al ambiente.

A nivel genérico, los tipos de OA que se manejan en AMBAR son:

- OA nivel micro (OA Fundamentales): representan contenido independiente del contexto y pueden ser usados para poblar estrategias y artefactos generados por los aprendices. Este tipo de objetos puede incluir gráficos, videos, definiciones, explicaciones descontextualizadas o lecturas, casos particulares y definición de problemas, entre otros.
- Objetos de Información Combinada (OA Generativo-Instruccionales): pudieran existir en un continuo desde un nivel micro hasta un nivel macro desde contenido con un contexto mínimo añadido (por ejemplo, enlaces dentro de un caso de estudio a perspectivas y temas, pudiendo incluir metas de aprendizaje) hasta actividades de aprendizaje más completas o estrategias instruccionales como tutoriales, micromundos, simulaciones, etc. Estos objetos también pudieran poblar los estrategias y artefactos de los aprendices o podrían ofrecerse como ayuda o guía.
- Estrategias (andamiaje a nivel macro): estos objetos están contextualizados por la implementación de enfoques instruccionales específicos (hipertextos cognitivos flexibles, aprendizaje basado en problemas, etc.) y pueden incorporar otros OA y varias clases de enlaces. La estrategia provee el contexto o la estructura para el aprendiz y está definido como un objeto dentro de la base de datos.

La Figura 2 muestra un esquema general de cómo combinar el conocimiento existente para obtener uno nuevo mediante la manipulación de los diferentes tipos de OA almacenados en AMBAR. Esto se hace a través de un conjunto de reglas de producción que definen las combinaciones posibles.



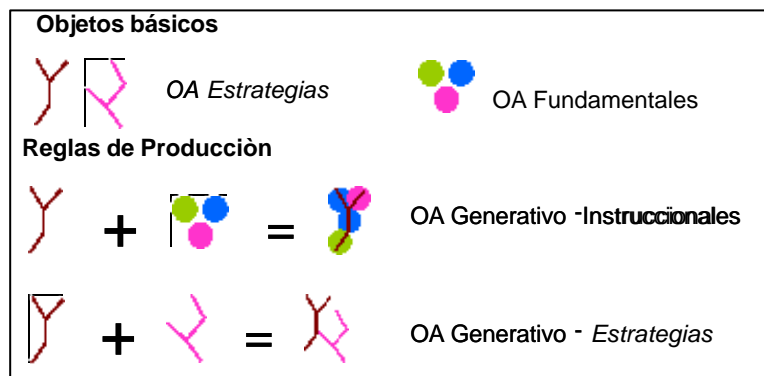


Figura 2. Gramática generativa base de AMBAR

La Figura 3 ilustra las interacciones entre los actores potenciales de AMBAR y sus objetos constituyentes, describiendo así el ambiente de trabajo subyacente, mostrando las diferentes interacciones entre docente-estudiante, docente-OA, estudiante-estudiante y estudiante-OA. El docente, de forma asistida, realiza el diseño instruccional para un tema o contexto específico. A partir de este diseño, se genera el ambiente colaborativo donde todo conocimiento generado es depositado en el repositorio. Una de las características más resaltante de AMBAR es la capacidad de reutilizar el conocimiento en todo momento, tanto los objetos de aprendizaje (fundamentales y de información combinada), como las estrategias y las actividades, que corresponden a la estructura asociada a una unidad de aprendizaje o diseño instruccional, y que son partes esenciales del repositorio.

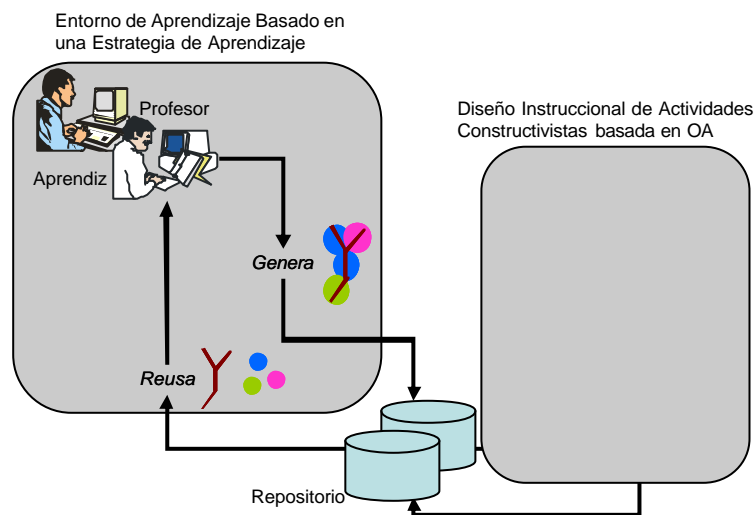


Figura 3. Esquema de Trabajo de AMBAR

### Estado de desarrollo de AMBAR

De los tres ambientes que forman parte de AMBAR, actualmente ya se cuenta con el primer prototipo funcional del repositorio de OA, descrito en (López, Montaña y Miguel 2006) y se está desarrollando la versión 2 del mismo. Con respecto al ambiente

para facilitar al docente el diseño instruccional, se definió una ontología para AMBAR (Miguel, López y Montaña, 2006), que permitirá la incorporación de mecanismos inteligentes de guía al usuario final para la construcción asistida de los ambientes de aprendizaje, al proveer ambientes Web inteligentes (Web Semánticas). Adicionalmente se tiene una primera versión de una metodología de desarrollo de Objetos de Aprendizaje (Medina y López, 2006). Con respecto al ambiente para la colaboración entre estudiantes y docentes para la generación de conocimiento (basado en un modelo pedagógico) se cuenta con un generador de Ambientes Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje basados en la estrategia instruccional de Formación de Conceptos llamado Conceptool. Un prototipo de la plataforma está disponible en la dirección [http://150.185.75.79:8080/Aambar\\_1](http://150.185.75.79:8080/Aambar_1).

## Ontología

La ontología de AMBAR constituye una alternativa de representar su dominio de conocimiento y una forma de hacer consultas semánticas sobre su repositorio Objetos y Estrategias de Aprendizaje. Para ello, se aplicó la metodología de desarrollo de ontologías propuesta por (Noy & McGuinness, 2001), luego se implementó en la herramienta de creación de ontologías Protégé (Protégé, 2007); posteriormente se visualizó la jerarquía de clases y su descripción a través de una página web, y finalmente se enlazó la ontología con el repositorio de AMBAR para que, a través de la ontología, se puedan realizar consultas semánticas a su repositorio. Todo esto con el fin de facilitarle a los docentes la construcción de nuevos Diseños Instruccionales partiendo de un conocimiento adquirido (ontología) y de otros elementos que pueden ser consultados desde la ontología.

En la Figura 4 se muestra cómo a través de un proceso de adquisición de conocimiento con los expertos del área, se crearon los mapas conceptuales asociados y el glosario de términos de la ontología y en base a estos elementos se construyó la ontología en la herramienta Protégé.

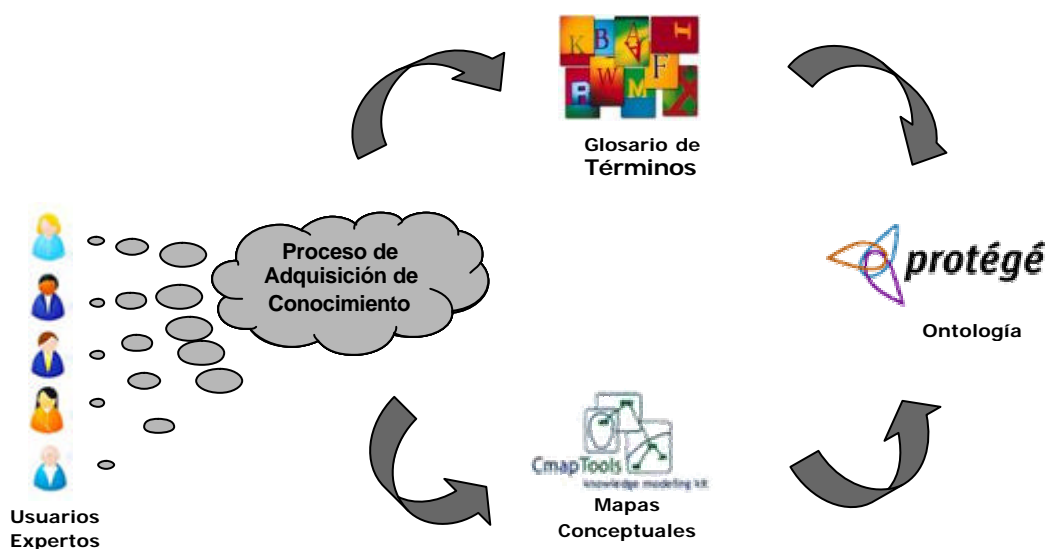


Figura 4. Proceso de diseño y construcción de la Ontología del conocimiento pedagógico de AMBAR

## Conceptool

ConcepTool es un subsistema de AMBAR para generar Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje basados en una estrategia instruccional constructivista para la Formación de Conceptos y en la reutilización de Objetos de Aprendizaje (OA). Esta herramienta está basada en la definición y reutilización de OAs, los cuales pueden ser cursos, Actividades, textos e imágenes, entre otros, que pueden ser manipulados y organizados de una manera interactiva por usuarios, que este caso serían los profesores que, sin grandes conocimientos tecnológicos, desean generar ambientes de enseñanza-aprendizaje.

La estrategia de formación de conceptos tiene por objetivo que el aprendiz forme los conceptos principales involucrados en un tema a través de la realización de una serie de actividades constructivistas que lo conduzcan a ello. La esencia es el proceso de reestructuración, que consiste en la “formación de nuevas estructuras conceptuales” o nuevas formas de concebir las cosas. Para formar un concepto se necesita clasificar, reunir las experiencias sobre las similitudes presentes, así como el número de experiencias sobre algo en común. Esta estrategia se organiza a través de un proceso de aprendizaje constituido por tres bloques de actividades, los cuales son:

1. Adquisición de conocimiento inicial: tiene por objetivo iniciar al aprendiz en el contexto del tema, a través de actividades como:

- + Lectura y Discusión

- + Búsqueda de información

2. Identificación de conceptos y relaciones: tiene por objeto que el aprendiz logre establecer a partir de las anclas conceptuales el nuevo conocimiento adquirido en la etapa anterior, expresando dichos conceptos y relaciones en estructuras que reflejen cómo acomodan cognitivamente el nuevo conocimiento. Este bloque puede incluir actividades como:

- + Elaboración de mapas conceptuales y/o mentales

- + Elaboración de Glosario de términos

3. Consolidación: tiene por objetivo que el aprendiz asocie el nuevo conocimiento dentro de un contexto particular. En este bloque se identifican actividades como:

- + Preguntas y respuestas

- + Realizar un ensayo sobre el tema

En la Figura 4 se presenta un esquema de representación para esta estrategia instruccional:

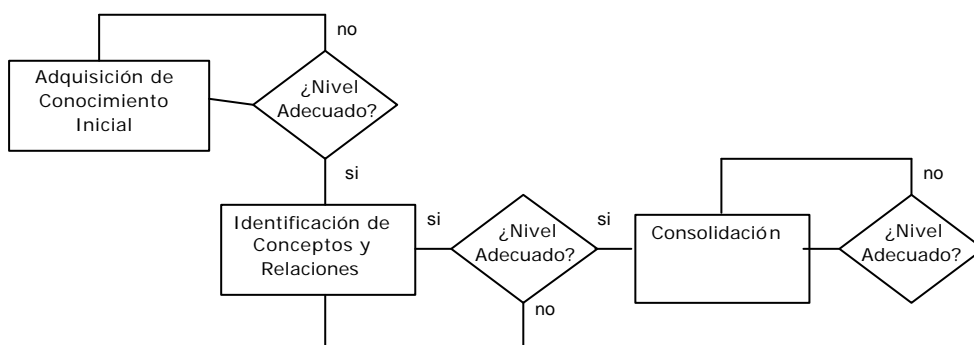


Figura 4. Diagrama de Flujo de la Estrategia de Formación de Conceptos

ConcepTool es un ambiente de trabajo donde un docente, sin necesidad de muchos conocimientos tecnológicos, pueda, de una manera guiada, en base a la

estrategia de formación de conceptos anteriormente descrita, generar ambientes de enseñanza-aprendizaje disponibles en ambiente Web, concontextualizados a necesidades instruccionales particulares. Todos los OAs usados son almacenados y recuperados a través del Sistema Manejador de Base de Datos Orientado a Objetos (SMBDOO) DB4O (Database for objects). Estos objetos son catalogados a través de una metadata que cuya especificación se ajusta a los lineamientos establecidos por el estándar LOM (Learning Object Metadata). Para la generación de los ambientes de Enseñanza-Aprendizaje se crean los archivos correspondientes en formato XML que representan la estructura de los Ambientes generados, los cuales se ajustan a lo establecido por el estándar SCORM (Sharable Content Object Reference Model) lo que garantiza la interoperabilidad con LMS (Learning Management Systems) que sean compatibles con dicho estándar.

Una vez desarrollada primera versión de Conceptool, se procedió a definir una interfaz estandar para AMBAR, conformada por un conjunto de plantillas, por lo que se creó una versión posterior ajustada a los estandares de la interfaz global definida para todos los subsistemas del proyecto permitiendo así la selección y uso de distintas plantillas para los ambientes a generar. Ambas versiones se encuentran disponibles en el sitio web del proyecto, [http://150.185.75.79:8080/Ambar\\_I](http://150.185.75.79:8080/Ambar_I). Actualmente Conceptool está siendo probado por docentes a nivel universitario, para evaluar el proceso de creación de los ambientes utilizando la estrategia de formación de conceptos, la interfaz de la herramienta y la satisfacción de los profesores y alumnos en cuanto a la efectividad de los ambientes generados.

## CONCLUSIONES

El tener una visión interdisciplinaria en proyectos como AMBAR, donde la meta es producir Ambientes de Aprendizaje basados en las tecnologías, más que una opción es una necesidad, ya que si no se corre el riesgo de producir ambientes difíciles de usar y desacoplados totalmente del pensamiento de los docentes y de los aprendices, quienes son y serán sus verdaderos usuarios.

La definición de una ontología para AMBAR ha sido un elemento clave para lograr consenso conceptual entre las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto y a la vez permite incorporar servicios de web semántica a los ambientes a generar, pudiéndose realizar búsquedas inteligentes y más efectivas de la información contenida en el repositorio de AMBAR, incluyendo tanto búsquedas a nivel de OA como a nivel de diseños de aprendizaje ya elaborados, lo que aumenta la potencialidad de reuso en AMBAR.

El emprender el desarrollo de una plataforma tecnológica como la descrita en este trabajo, para la generación, uso y reuso de ambientes de enseñanza-aprendizaje constructivistas basados en OA es un proyecto de un alto nivel de innovación y complejidad. No tenemos conocimiento, tanto en nuestro país como en latinoamérica, de la existencia de una herramienta similar, por lo que a través de este proyecto somos pioneros en esta área de investigación y desarrollo.

Fecha de finalización de la redacción definitiva del artículo: 12 de Noviembre de 2007

López, M. G., Miguel, V. y Montaña, N. (2008, Enero). *Sistema Generador de AMBientes de Enseñanza-ApRendizaje Constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR): la interdisciplinariedad en los ambientes de aprendizaje en línea*. RED. Revista de Educación a Distancia, número 19. Consultado (día/mes/año) en <http://www.um.es/ead/red/19>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advanced Distributed Learning, (ADL). (2004). *Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 2nd Edition Overview*.
- Bannan-Ritland B., Dabbagh N. & Murphy K. (2000). *Learning Object Systems as Constructivist Learning Enviroments: Related Assumptions, Theories and Applications*. En D.A. Wiley, (Ed.), *Instructional Use of Learning Objects*. Association of Educational Communications and Technology.
- Berners-Lee T., Hendler J. y Lassila O. (2001). The Semantic Web. *Scientific American*, Mayo, pp. 28-37. Recuperada el 01 de octubre de 2006, de: <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21>.
- Castells, P. (2003). *La Web Semántica*. Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid. Conferencia impartida en el Curso de Verano sobre Interacción en la Web, Universidad de Castilla - La Mancha, Puertollano, Septiembre 2003. Recuperada el 01 de octubre de 2006, de: <http://www.ii.uam.es/~castells/publications/castells-uclm03.pdf>.
- Downes, S. (2001). Learning objects: Resources for distance education worldwide. Stephen Downes. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, Vol. 2, No.1.
- Fairweather, P. G. & Gibbons, A. S. (2000). Distributed Learning: Two Steps Forward, One Back? Or One Forward, Two Back? *IEEE Concurrency*, 8(2) 8-9.
- Grabowski, B. (1996). *Generative Learning: Past, present & future*. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. New York: Simon Schuster, McMillan.
- Griffiths, D., Blat, J., García, R. & Sayago, S. (2005). La aportación de IMS Learning Design a la creación de recursos pedagógicos reutilizables. *Revista de Educación a Distancia*. Año IV. Número monográfico V. Recuperada el 01 de octubre de 2006, de: [http://www.iaa.upf.es/~dgriffit/papers/red\\_griffiths16.pdf](http://www.iaa.upf.es/~dgriffit/papers/red_griffiths16.pdf).
- Higgs, P., Meredith, S. & Hand, T. (2003). Technology for Sharing: Researching Learning Objects and Digital Rights Management Flexible Learning. *Leader Report 2002*. Australian National Training Authority. Recuperada el 01 de octubre de 2006, de: [http://flexiblelearning.net.au/leaders/fl\\_leaders/fl02/finalreport/final\\_hand\\_higgs\\_meredith.pdf](http://flexiblelearning.net.au/leaders/fl_leaders/fl02/finalreport/final_hand_higgs_meredith.pdf).
- Hilera, J., Bengochea, L., Sánchez, R., Gutiérrez, J. y Martínez, J. (2005). Aplicación de técnicas de Ingeniería Lingüística en sistemas de e-learning basados en objetos de aprendizaje. *II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables (SPDECE)*, Barcelona, España.
- IMS Learning Design Information Model. (2003). Version 1.0 Final Specification, revision 20. IMS Global Consortium. . Recuperada el 01 de octubre de 2006, de: [http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imsl\\_d\\_infv1p0.html](http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imsl_d_infv1p0.html).
- Jeffery, A., Currier, S. (2003). What Is IMS Learning Design? *Cetis standards briefings series*. Recuperada el 01 de octubre de 2006, de: [www.cetis.ac.uk/lib/media/WhatIsLD\\_web.pdf](http://www.cetis.ac.uk/lib/media/WhatIsLD_web.pdf).

- Koper, R. (2003). *Modeling Units of Study from Pedagogical Perspective. The Pedagogical Metamodel behind EML*. Open University of Netherlands. Recuperada el 01 de octubre de 2006, de: <http://eml.ou.nl/intriduction/docs/ped-metamodel.pdf>.
- Koper, R. (2004). Use of the Semantic Web to Solve Some Basic Problems in Education: Increase Flexible, Distributed Lifelong Learning, Decrease Teachers' Workload. *Journal of Interactive Media in Education*. Special Issue on the Educational Semantic Web.
- Lopez, M. G., Miguel, V. y Montaña N. (2005). Sistema Generador de AMBientes de Enseñanza-ApRendizaje Constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR). *II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables (SPDECE)*. Barcelona, España.
- Lopez, M. G., Miguel, V. y Montaña N. (2006). Prototipo del Repositorio de Objetos de ApRendizaje de un Sistema Generador de AMBientes de Enseñanza-Aprendizaje basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR). *III Simposio Pluridisciplinar sobre Objetos de Aprendizaje y Diseños de Aprendizaje apoyados en las tecnologías (OD@06)*. Oviedo, España.
- Medina, J. M., López. M. G. (2006). LOCOME: Metodología de Construcción de Objetos de Aprendizaje. *III Simposio Pluridisciplinar sobre Objetos de Aprendizaje y Diseños de Aprendizaje apoyados en las tecnologías (OD@06)*. Oviedo, España.
- Miguel, V., Lopez, M. G., y Montaña N. (2006). Ontología del Dominio del Sistema Generador de AMBientes de Enseñanza-Aprendizaje basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR). *III Simposio Pluridisciplinar sobre Objetos de Aprendizaje y Diseños de Aprendizaje apoyados en las tecnologías (OD@06)*. Oviedo, España.
- Noy, N., McGuinness, D. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Technical Report SMI-2001-0880, Stanford Medical Informatics.
- Protégé (2007). *The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System*. Recuperada el 31 de Mayo de 2007 desde <http://protege.stanford.edu/>
- Spiro, R. J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J., & Coulson, R.L. (1987). *Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains*. En T. M. D. D. H. Jonassen (Ed.), *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*. Englewood Cliffs, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Soto, J., Sánchez, S. & Sicilia, M. (2005). Flexibility in Semantic Learning Object Repositories. *3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education*. Sevilla (España).
- Soto, J., García, E. y Sánchez, S. (2006). Repositorios Semánticos para Objetos de Aprendizaje. *Virtual C@mpus, V encuentro de universidades & e-learning*. Barcelona, España.