

Reingeniería de la Ontología de Ambar Utilizando Mapas Conceptuales

Antonio Silva–Sprock¹, María Gertrudis López¹,
Nora Montaña¹, Vanessa Miguel²

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Escuela de Computación,
Av. Los Ilustres, Los Chaguaramos, Caracas, 1043, Venezuela.

² Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina, Escuela Luis Razetti
Los Chaguaramos, Caracas, 1043, Venezuela.

antonio.silva@ciens.ucv.ve, lopezgertrudis@gmail.com,
nora.montano@ciens.ucv.ve, vanessa.miguel@ucv.ve

Abstract. En este trabajo se describe la Ingeniería de Conocimiento, como forma de obtener mayor conocimiento pedagógico del Sistema Generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje (AMBAR), y así poder realizar reingeniería de la ontología ya existente del dominio [1]. El proyecto AMBAR es un proyecto de I&D que se está llevando a cabo en la Escuela de Computación de la Universidad Central de Venezuela, que busca proporcionar una plataforma tecnológica que soporte el almacenamiento, generación, uso y reuso de Objetos de Aprendizaje y Diseños de Aprendizaje, en ambientes instruccionales bajo enfoques cognitivos constructivistas, que a su vez sean compatibles con los estándares actuales IMS LD y SCORM, y que provean los servicios de Web Semántica [2]. Los expertos en pedagogía involucrados en AMBAR no describen fácilmente el conocimiento que usan para resolver los problemas y para desarrollar efectivos ambientes de aprendizaje, y en general exteriorizar los conocimientos sobre un dominio particular [3] [4], surgiendo la necesidad de utilizar Ingeniería del Conocimiento para la gestión efectiva de los mismos, y poder realizar reingeniería de la ontología de AMBAR. La herramienta Cmaps Tools sirvió para desarrollar el trabajo colaborativo en línea a través de la generación de Mapas Conceptuales, siendo estos de fácil construcción, flexible e intuitiva para los expertos del dominio, y para la representación del conocimiento, además de ser muy útil en entornos de colaboración educativos [5] [6], y muy adecuada como herramienta colaborativa de validación y verificación de los conocimientos [5]. La creación de una ontología siempre es un proceso iterativo e incremental y el poder relizar una reingeniería de la ontología permitió unificar criterios pedagógicos correspondientes al dominio, así como ampliar y refinar la ontología del proyecto AMBAR. La metodología propuesta por Noy & McGuinness [7] resultó adecuada en el proceso de reingeniería.

Palabras Claves: Ingeniería de Conocimiento, Mapas Conceptuales, Ontología, Ambar, Objetos de Aprendizaje, Reingeniería.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la evolución de las tecnologías digitales ha dado paso a nuevas posibilidades para la creación de ambientes de aprendizaje multimedia más flexibles, extendiendo la interacción profesor-estudiante y estudiante-estudiante fuera del aula de clases. Las plataformas gestoras del aprendizaje asociadas con estos ambientes, permiten la inclusión de materiales multimedia, el acceso a enlaces Web, la comunicación sincrónica y asincrónica, así como la producción colectiva y el intercambio de contenidos [1]. Esta interacción se fortalece con el uso de Objetos de Aprendizaje (OA) y Diseños de Aprendizaje [8]. Los Objetos de Aprendizaje se pueden definir como cualquier recurso digital o no, que sirva para el proceso de enseñanza-aprendizaje [9], y los Diseños de Aprendizaje son métodos que especifican bajo cuáles condiciones y qué actividades deben ser llevadas a cabo por los aprendices y profesores para permitir a los aprendices alcanzar los objetivos de aprendizaje deseados [10].

En este contexto, surge el proyecto AMBAR (Sistema Generador de AMBientes constructivistas de enseñanza-ApRendizaje basados en OA) el cual tiene su base teórica en modelos de aprendizaje constructivistas, como el Aprendizaje Generativo [11] y la Teoría de la Flexibilidad Cognitiva [12], así como en el almacenamiento de los Objetos y Estrategias de Aprendizaje en un repositorio, usando para esto el Sistema Manejador de Base de Datos Orientado a Objetos de Software Libre DB4O

Con AMBAR se espera poder proporcionar a los estudiantes y profesores una plataforma tecnológica que permita el almacenamiento, generación, uso y reutilización de OA y Diseños de Aprendizaje en ambientes instruccionales diseñados bajo enfoques cognitivo-constructivistas [1].

AMBAR concibe al aprendiz como un participante activo en el proceso instruccional, quien construye conocimiento, relacionando información disponible en el ambiente instruccional con sus experiencias previas y conocimientos anteriores, de igual manera basándose en la teoría del Aprendizaje Generativo, concibe a los instructores como facilitadores de mecanismos guías que activen procesos metacognitivos y estos puedan ser almacenados como OA. [13].

Los ambientes constructivistas de enseñanza-ApRendizaje generados y utilizados por AMBAR, siguiendo la Teoría de la Flexibilidad Cognitiva [12], emplean un número de prescripciones instruccionales, para guiar la adquisición y transferencia de conocimiento avanzado, entre ellas: múltiples representaciones del conocimiento, enlace explícito y ajuste de conceptos para practicar y elaborar ejemplos de casos, 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) y enfrentar el ensamblaje de conocimiento apropiado a partir de varios recursos conceptuales y casos prácticos (más que la recuperación intacta de información memorizada previamente).

Este trabajo se enmarca en el proyecto AMBAR y consistió en implementar las disciplinas de Ingeniería del Conocimiento, para la reingeniería de la ontología existente del dominio del conocimiento pedagógico de AMBAR [1] a través, tanto de la comunicación interdisciplinaria de los integrantes del proyecto, así como la incorporación de Cmaptools como herramienta colaborativa de trabajo y validación de conocimientos. El poder contar con una ontología completa de AMBAR, implica un proceso iterativo e incremental y el poder realizar una reingeniería de la ontología permitió unificar criterios pedagógicos correspondientes al dominio, así como ampliar y refinar la ontología del proyecto AMBAR

2. JUSTIFICACIÓN

El propósito de implementar la ontología del conocimiento pedagógico de AMBAR es describir su dominio, a fin de representar conceptualmente los elementos pedagógicos del ambiente de aprendizaje constructivista del proyecto. Se busca por medio de la ontología, integrar los Diseños de Aprendizaje y el contenido de OA a fin de permitir: a) la búsqueda de métodos pedagógicos basados en competencias relacionadas a dominios específicos, b) la búsqueda de Diseños de Aprendizaje basados en competencias independientes de dominio y c) la creación de recomendaciones de uso tanto para los Diseños de Aprendizaje como para los OA.

La ontología del conocimiento pedagógico de AMBAR permitirá la construcción de herramientas inteligentes basadas en ella. Para esto, se está trabajando en el modelaje de los distintos métodos instruccionales y en la construcción de distintas Estrategias para crear así las instancias correspondientes. De esta manera se espera lograr construir la base de conocimientos, para el motor de inferencia de las herramientas inteligentes que AMBAR proveerá al diseñador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje constructivistas, y así poder reusar tanto los OA como las actividades, métodos y lo principal, la experiencia de otros diseñadores de Ambientes de Aprendizaje.

Es por ello que sin una ontología no existiría un criterio unificado del dominio, que facilite la creación de diseños instruccionales, capaces de cumplir con objetivos de aprendizaje específicos y facilitar búsquedas que permitan el cumplimiento eficiente de dichos objetivos.

Natalya Noy y Deborah McGuinness [7], afirman que el desarrollo de ontologías es un proceso necesariamente iterativo, y sobre versiones de la ontología debe ir construyéndose nuevas, consensuadas y perfeccionadas ontologías del dominio en estudio. Sin procesos refinadores y reingenierías sobre la ontología existente [1], sería imposible contar con la fiel representación del conocimiento del dominio y por ende de su efectiva utilización en el proyecto AMBAR.

Para portenciar la reingeniería de la ontología, se utilizaron los mapas conceptuales, por ser una herramienta de gran capacidad gráfica, que permite a todos

los involucrados, poder visualizar rápidamente los procesos y su entorno, y como se indicó anteriormente, ser de fácil construcción, flexibles e intuitivas para los expertos del dominio, y para la representación del conocimiento, además de ser muy útil en entornos de colaboración educativos [5] [6], y muy adecuada como herramienta colaborativa de validación y verificación de los conocimientos.

3. ESTADO DEL ARTE

Para la Real Academia Española, ontología es definida como “parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades trascendentales.” [14]

En el contexto de Inteligencia Artificial, se define ontología como una “especificación explícita de una conceptualización” [16]. En otras palabras, una ontología es una descripción formal y detallada de términos, abstracciones, instancias, propiedades, restricciones, clases, jerarquías, relaciones, características, etc., de un dominio en particular, que puede ser compartido y/o reutilizado; por lo que debe ser legible y libre de ambigüedades [15].

Para guiar y evaluar diseños, se necesitan diseños objetivos que estén fundados en el propósito de un resultado, en vez de que estén basados en nociones a priori naturales o verdaderas. Aquí se propone un conjunto preliminar de criterios de diseño para ontologías cuyo propósito es compartir conocimiento y la interoperabilidad entre programas basados en conceptualización compartida, entre los se citan: claridad, coherencia, extensibilidad, sesgo de codificación mínimo y un mínimo compromiso ontológico para soportar las actividades de conocimiento compartido previsto [16].

Un trabajo previo, realizado en el marco del proyecto AMBAR, permitió reportar resultados de la realización de los pasos 1 al 4 de la metodología de Noy & McGuinness [7] para la construcción de ontologías, cuyo producto denominaron taxonomía conceptual de AMBAR, la cual fue desarrollada en la herramienta Protégé 2000 con el plug-in Ontology Web Language (OWL) [1]. Este trabajo sirvió de base o punto de partida para la construcción de una nueva versión de la ontología de AMBAR basado en su conocimiento pedagógico, continuando su desarrollo con las disciplinas de Ingeniería del Conocimiento [8].

Por su parte, en la Universidad de las Palmas de España, se desarrolló un trabajo donde muestran el desarrollo de los Mapas de conceptos como herramientas útiles para organizar y representar el conocimiento [5], donde se presenta la integración de estos conceptos en el marco del proyecto Modelo Suricata. El trabajo detalla el desarrollo de Mapas de Conceptos y el posterior desarrollo de la ontología, explicando que la herramienta Protégé permitirá la generación de archivos OWL, aunque no menciona la utilización de los OWL una vez generados.

En la Universidad de Alcalá en España, se desarrolló una aplicación de técnicas de ingeniería lingüística en sistemas de e-learning basados en objetos de aprendizaje

[17], donde 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 OA reutilizables: (a) la generación automática de metadatos (LOM (Learning Object Metadata), IMS-MD (Instructional Management Systems Learning Resource Metadata Specification), SCORM (Sharable Content Object Reference Model), Dublin Core) a partir de recursos didácticos, (b) la generación automática de cuestionarios de evaluación (IMS-QTI (Question and Test Interoperability Specification)) y (c) la construcción de buscadores lingüísticos de objetos didácticos en repositorios normalizados (IMS-DRI (Digital Repositories)) 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 OA 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 OA 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, para hacer realidad, en el caso de Internet, lo que se conoce como Web Semántica, los repositorios de recursos de aprendizaje también comienzan a incorporarse a esta tendencia, por lo que se han sugerido en este trabajo algunas posibles combinaciones de la Ingeniería Lingüística con las ontologías en las que se basarán los repositorios semánticos en el futuro.

En relación al estado actual de los esquemas metodológicos para la construcción de ontologías, se encuentran propuestas interesantes [18], donde se resaltan tres por ser los más considerados en trabajos científicos existentes, estas son:

Metodología de Uschold & Gruninger [19], donde presenta los siguientes pasos:

- Identificar el propósito y el alcance
- Construir la Ontología
- Capturar
- Codificar
- Integrar Ontologías existentes
- Evaluación
- Documentación
- Pautas iniciales para el diseño de Ontologías

Metodología de Noy & McGuinness, de la Universidad de Stanford [7]:

- Determinar el dominio y alcance de la Ontología
- Considerar la reutilización de Ontologías existentes
- Enumerar términos importantes para la Ontología
- Definir las clases y las jerarquías de clases
- Definir las propiedades de las clases: slots
- Definir las facetas de los slots
- Crear instancias

Metodología Methontology [20]:

- Especificación
- Adquisición de conocimiento
- Conceptualización
- Integración
- Implementación
- Evaluación
- Documentación

4. EL DESARROLLO

La Ingeniería del Conocimiento aplicada en la reingeniería de la ontología del dominio pedagógico de AMBAR, se logró a través de 3 iteraciones, donde se llevaron a cabo los pasos descritos en la metodología de Noy & McGuinness, entre sus pasos 3 y 6, por ya existir una versión anterior de la ontología. El seguimiento de esta metodología obedece exclusivamente al uso efectivo en versiones iniciales de la ontología [8]. A continuación se describe cada una de las iteraciones y la aplicación de los pasos.

Primera iteración

Utilizando entrevistas estructuradas y clasificación de conceptos, los especialistas en adquisición de conocimiento se reunieron con los expertos para definir nuevos términos, relaciones y jerarquías; y de esta manera organizar el conocimiento. Se debe resaltar que en la técnica de clasificación de conceptos se aplicaron ciertas variaciones, entre las que se destaca la extracción de conceptos. Posteriormente, estos conceptos fueron entregados a los expertos en fichas, pidiéndoles que los clasificaran en grupos, primero dos grupos, luego tres, cuatro y cinco grupos, y cada vez se les pedía que describieran la característica que cada grupo tenía en común, lo cual permitió formar jerarquías. Igualmente, en ciertos casos se añadían conceptos a grupos y se les pedía a los expertos que indicaran si el grupo había cambiado y por qué. Esto reafirmaba relaciones encontradas y las jerarquías de conceptos.

Los pasos 3, 4 y 5 de la metodología aplicada, fueron parcialmente cubiertos en esta primera iteración., generando como resultados parciales el Diccionario de Conceptos y parte de la tabla Concepto – Atributo – Relación.

Segunda iteración

Se diseñaron Mapas Conceptuales en la herramienta Cmaptools, donde se refleja la conceptualización del dominio pedagógico de AMBAR. Resultó de gran utilidad la opción de actualizaciones concurrentes de los Mapas Conceptuales por múltiples usuarios, a través del servidor de internet de la herramienta, sirviendo esto para concensuar ciertos conocimientos entre los entes involucrados.

La figura 3 muestra parte de la interfaz de Cmaptools, desde donde se pueden recuperar, modificar de forma concurrente y establecer un trabajo consensuado de creación de conocimiento entre expertos del dominio y expertos en Técnicas de Adquisición de Conocimientos.

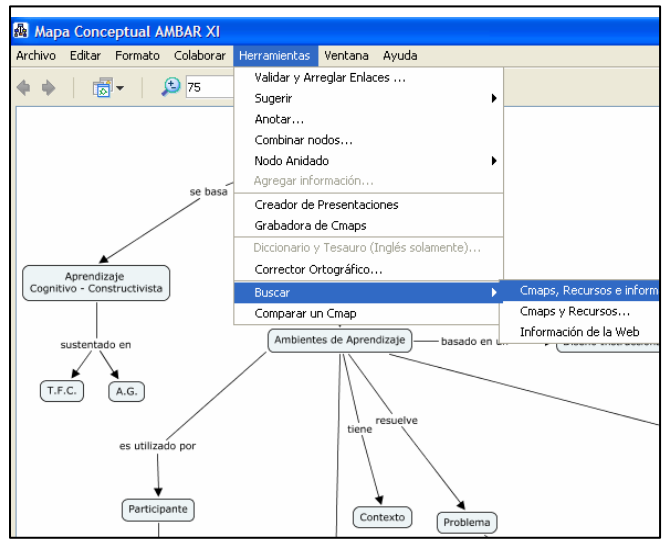
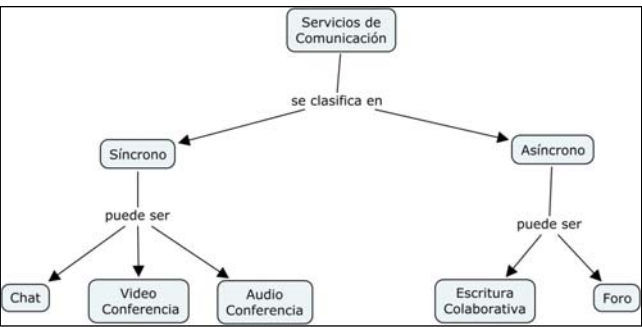


Figura 3. Interfaz de Cmaptools (IHMC Public Cmaps).

La figura 4 muestra parte del Mapa Conceptual del dominio pedagógico de AMBAR, resultante de la segunda iteración. La misma sirvió para continuar completando los pasos 3, 4 y 5 descritos en la metodología de Noy & McGuinness.



Tercera iteración. Figura 4. Mapa Conceptual derivado del concepto Servicios de Comunicación. Disponible en IHMC Public Cmaps.

se continuó el trabajo de conceptualización a través de consensos, utilizando los Mapas Conceptuales y la herramienta Cmaptools. Refinando así los conceptos, términos, relaciones y jerarquías definidos en iteraciones previas.

Igualmente en esta iteración se completaron los pasos 3, 4, 5 y 6 de la metodología de construcción de Noy & McGuinness. Particularmente para el paso 6 se definieron

las características (facets) de los slots, es decir la definición de los diferentes tipos de valores que describen a los slots, tales como, tipo de valor asociado, cardinalidad y valores permitidos (rangos). El paso 7 de la metodología de Noy & McGuinness, no se desarrolló, ya que no estuvo contemplado dentro del alcance de este trabajo.

5. RESULTADOS

Como resultado de las iteraciones, y después de haber seguido cada paso de la metodología propuesta por Noy & McGuinness, se obtuvo la ontología refinada y más completa que la versión previa [1], así como validada por expertos del dominio.

La primera iteración permitió el desarrollo de un glosario de términos, sirviendo este como partida en la reingeniería del conocimiento pedagógico de AMBAR.

La Tabla 1 muestra parte de los conceptos resultantes de la reingeniería de la ontología.

Nombre	Descripción	Tipo
Actividad	Ver glosario	Clase
desventajaUsoActividad	Desventajas de usar la Actividad.	Slots
indicadorCompletaciónActividad	Indica si la Actividad se completó o no.	Slots
identificadorActividad	Identificador de la Actividad.	Slots
propositoActividad	Propósito de la Actividad.	Slots
ventajasUsoActividad	Indica las ventajas de uso de la Actividad.	Slots
Estructurada	Ver glosario	Clase
descripcionEstruturaActividad	Descripción de la Actividad Estructurada.	Slots

Tabla 1. Descripción de las relaciones de la ontología

La Tabla 2 muestra parte de las relaciones contenidas dentro de la ontología del conocimiento pedagógico de AMBAR.

Nombre	Descripción	Tipo
actFormaParteEstrat	Una Actividad forma parte de una Estrategia	Relación
actUsaOA	Una Actividad usa OA	Relación
actUsaServicio	Una Actividad usa Servicios	Relación

estructEstaCompuestaSimple	Una Actividad Estructurada está compuesta por Actividades Simples	Relación
simpleFormaParteEstruct	Una Actividad Simple forma parte de una Actividad Estructurada	Relación
probEsResueltoAmb	Un Problema es resuelto por el Ambiente de Aprendizaje	Relación
partTieneRol	Un Participante tiene un Rol	Relación
rolEstaAsociadoPart	Un Rol está asociado a un Participante	Relación
ambEstaAsociadoEstrat	Un Ambiente está asociado a una Estrategia	Relación
ambEsUtilizadoPart	Un Ambiente es utilizado por un Participante	Relación
ambTieneContext	Un Ambiente tiene un Contexto	Relación
contextFormaParteAmb	Un Contexto forma parte de un Ambiente de Aprendizaje	Relación

Tabla 2. Descripción de las relaciones de la ontología

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El proceso de creación de una ontología es iterativo e incremental y realizar la reingeniería de la ontología permitió la unificación de criterios pedagógicos correspondientes al proyecto AMBAR, más específicamente al aspecto pedagógico del proyecto; esto se logró aplicando Técnicas de de Adquisición de Conocimiento y una Ingeniería del Conocimiento, primordiales estos para adquirir, manipular, conceptualizar y formalizar todo el conocimiento del dominio pedagógico de AMBAR. Estas técnicas resultaron cómodas para los expertos, de tal forma que en ningún momento se produjo resistencia a colaborar.

Los Mapas Conceptuales permitieron, de manera muy efectiva, representar conocimiento, en especial en asociado a conceptos, relaciones y jerarquías, conocimiento básico al momento de realizar la reingeniería de la ontología. Asimismo la herramienta Cmaptools resultó muy efectiva para lograr consensos entre los expertos, a través de servidor de Mapas Conceptuales donde se puede establecer un trabajo concurrente confiable.

La metodología de desarrollo de ontologías propuesta por Noy & McGuinness resultó ser práctica para el desarrollo de éste trabajo, ya que enumera de manera sencilla los pasos a seguir para la construcción de ontologías y permite la utilización de Técnicas de Ingeniería del Conocimiento

La ontología del conocimiento pedagógico de AMBAR permitirá la construcción de herramientas inteligentes basadas en ella, así como permitir búsquedas semánticas.

Actualmente se está trabajando en el modelaje de los distintos métodos instruccionales y en la construcción de distintos Ambientes, para crear así las instancias correspondientes. De esta manera se espera lograr construir la base de conocimientos, basado en la representación lograda con la ontología, para el motor de inferencia de las herramientas inteligentes que AMBAR proveerá al diseñador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje constructivistas, y así poder reusar tanto los OA como las actividades, métodos y lo principal, la experiencia de otros diseñadores de Ambientes de Aprendizaje.

7. REFERENCIAS

[1] López, M. G., Montaña N. y Miguel, V. (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.

[2] López, 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.

[3] Gómez-Pérez, A., Juristo, N., Montes, C., Pazos, J. (1997) Ingeniería del Conocimiento. Ed. Ceura.

[4] Gómez-Pérez A, Fernández-López M, Corcho O (2003) Ontological Engineering: with examples from the areas of knowledge management, ecommerce and the Semantic Web, Springer-Verlag, London.

[5] Marrero, S., Nelson, J., Rubio, E., Carmona, E. (2006). Los Mapas Conceptuales para Compartir la Base de Procedimientos y las Ontologías en el Proyecto Suricata. Conference on Concept Mapping A. J. Cañas, J. D. Novak, Eds. San José, Costa Rica.

[6] Simón, A., Rosete, A., Ceccaroni, L, Willmott, S (2006). Unificación de la Representación de Conocimiento en Mapas Conceptuales y Ontologías para Dominios poco Profundos. Centro de Estudios de Ingeniería y Sistemas (CEIS). Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (Cujae), C. Habana, Cuba.

[7] Noy, F. & McGuinness, D. (2001). Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford University, Stanford, CA.

[8] Silva, A. López, M., Montaña, N., Miguel, V., Ramos, L., Villarroel, O. (2008). Hacia un Proceso de Ingeniería del Conocimiento en el Desarrollo de la Ontología de Ambar. 6to congreso de Educación Superior. La Habana-Cuba.

[9] Wiley D. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. Utah State University.

[10] Koper, R., & Olivier, B. (2004). Representing the Learning Design of Units of Learning. *Educational Technology & Society*, 7 (3), 97-111.

[11] Grabowski, B. L (1996). Generative Learning: Past, present & future. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. New York: Simon Schuster, McMillan.

[12] 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.

[13] Gery, G. (1991) *Electronic performance support systems: How and why to remake the workplace through strategic application of technology*. Boston: Weingarten .

[14] Real Academia Española (2001). "Diccionario de la lengua española", 22ª ed., Madrid, Espasa ISBN 84-239-6813-8.

[15] Ramos, L. y Villarroel, O. (2007). Estudio teórico sobre Objetos de Aprendizaje, Ontologías y Web semánticas en el marco del Proyecto AMBAR (Generador de AMBientes Constructivistas de Enseñanza - ApRendizaje). Seminario de Base de Datos. Escuela de Computación. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

[16] Gruber, T. (1993). Thomas R. Gruber, *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Stanford Knowledge Systems Laboratory.

[17] 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. Universidad de Alcalá, España.

[18] Fernández-López M, Gómez-Pérez A, Pazos A, Pazos J (1999) *Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment*.

[19] Uschold, Mike. (1996). *Ontologies: Towards a unified methodology*.

[20] Juristo Juzgado, Natalia (1994). *Adquisición del Conocimiento. Notas de Docencia del Curso Master en Ingeniería del Conocimiento*. Universidad Politécnica de Madrid, España.