

BÚSQUEDA DE OBJETOS DE APRENDIZAJE A PARTIR DE OBJETIVOS INSTRUCCIONALES ESCRITOS EN LENGUAJE NATURAL¹

ALDRIN FREDY JARAMILLO²

JOHN FREDDY DUITAMA³

JUAN FERNANDO VÉLEZ⁴

RAÚL IVÁN MAZO⁵

Resumen

Dado el alto costo y esfuerzo requerido para la elaboración de contenidos educativos en ambientes de *e-learning*, se ha evidenciado la necesidad de facilitar y propiciar la reutilización de contenidos. Lograr esta reutilización pasa, entre otros factores, por permitir a los autores encontrar rápida y fácilmente los contenidos ya construidos que más se acerquen a sus necesidades. En este artículo se describe una aproximación orientada a los docentes, cuya finalidad es permitirles en la etapa de autoría de contenidos, la localización efectiva de los Objetos de Aprendizaje (OA) existentes en un repositorio.

¹ Proyecto financiado por la Universidad de Antioquia, convocatoria CODI-2005.

² M. Sc. Universidad Nacional de Colombia. Candidato a Doctor en Informática de la Universidad Paris I-Panteón Sorbona. Francia. Profesor de tiempo completo adscrito al Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia. Medellín. E-mail: afjara@udea.edu.co.

³ Doctor en Informática del Instituto Nacional de Telecomunicaciones. Francia. Profesor de tiempo completo adscrito al Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia. Medellín. E-mail: jfduitam@udea.edu.co.

⁴ Doctor en Informática de la Universidad Paris I-Panteón Sorbona. Francia. Profesor de tiempo completo adscrito al Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquia. Medellín. E-mail: fvelez@udea.edu.co.

⁵ Candidato a Doctor en Informática de la Universidad Paris I-Panteón Sorbona. Francia. E-mail: raul@udea.edu.co.

Por efectiva se entiende ajustados a sus necesidades instruccionales y pedagógicas. Para lograr este propósito se permite al docente especificar sus requerimientos mediante la redacción de objetivos instruccionales. Esta información es retomada por el sistema, que la reescribe como una consulta en un lenguaje informático y procede a recuperar automáticamente los OA solicitados. Este enfoque resulta novedoso y útil, ya que el docente realiza la redacción de los objetivos de la forma como lo hace en su cotidianidad y con un alto nivel de precisión, sin requerir de conocimientos informáticos avanzados; así mismo, además de potenciar la reutilización, permite al docente dedicar su mayor esfuerzo a la correcta redacción de los objetivos que debe cumplir el estudiante, no a la búsqueda de OA que requiere.

Palabras clave

Objetos de aprendizaje, Objetivo instruccional, Objetivo de aprendizaje, Búsqueda de objetos de aprendizaje, Procesamiento de lenguaje natural.

Abstract

The development of e-learning tools has provided new educational opportunities to people who have previously had few such possibilities due to their geographical location or other factors. An important aspect of these tools is their ease of use for both teachers and students. This article presents an application for teachers whose aim is to enable the teacher to write an instructional objective in order to evaluate students, and to use the instructional objective to automatically recover the Learning Objects that will allow teachers to measure students' achievements of a specific competence. This approach is novel and useful, since teachers write the objectives in the same way as they would do daily. Likewise, the automatic recovering of Learning Objects allows users to devote more time to correctly writing the objectives that students should achieve, instead of searching for the Learning Objects that allow them to measure students' performance.

Key words

Learning Object, Instructional Objective, Learning Objective, Searching of Learning Objects, Natural Language Processing.

1. INTRODUCCIÓN

Un Objeto de Aprendizaje (OA) es un recurso educativo creado con el propósito de facilitar la elaboración de cursos y lecciones mediante su reutilización en diversos contextos (Brusilovsky *et al*, 1998). Aunque cada día aparecen en la Web nuevos repositorios de OA, el reto de aumentar su potencial de reutilización plantea el problema de cómo hacer posible que el docente pueda localizar aquellos contenidos que se ajusten a sus objetivos de aprendizaje –también llamados objetivos instruccionales– y a una audiencia determinada. En este artículo se muestra cómo utilizando el método de definición de objetivos instruccionales propuesto por Mager (1984), la taxonomía de verbos a nivel cognitivo planteada por Bloom (1956) y dada una clasificación previa de los OA almacenados en un repositorio, se ha construido un sistema de búsqueda que permite la recuperación de OA pertinentes para la evaluación de objetivos instruccionales. Para un docente resulta práctico poder realizar la búsqueda de recursos educativos a partir de la definición de los objetivos de aprendizaje, de manera similar a como los define en su quehacer académico; además, este nivel de precisión en la definición de sus necesidades hace posible recuperar los contenidos más próximos a sus requerimientos. Sumado a lo anterior, la utilización del lenguaje natural permite acercar la tecnología al usuario facilitando la utilización de los recursos.

Este artículo está conformado por tres secciones. En la primera, se presentan trabajos relacionados y la manera como esta propuesta contribuye al mejoramiento de ellos. En la segunda sección se presenta el método propuesto; es decir, cómo recuperar OA a partir de objetivos instruccionales, la manera como están clasificados los recursos educativos en los repositorios y cuál es el tratamiento que se hace al objetivo instruccional, usando técnicas de procesamiento de lenguaje natural, para convertirlo en una consulta que pueda recuperar automáticamente los OA más cercanos a los requerimientos del docente. Finalmente, en la tercera parte se plantean las conclusiones y se esbozan trabajos futuros.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Una definición ampliamente aceptada de un OA lo describe como una entidad digital o no digital que puede ser usada, re-usada o referenciada en un proceso de enseñanza que haga uso de alguna herramienta tecnológica (IEEE LTSC, 2002). Otros autores como Polsani (2003) adicionan características deseables a los OA; este autor propone una serie de características tales como accesibilidad a partir de metadatos, reusabilidad independientemente del contexto educativo en el que se deseen usar e interoperabilidad entre los objetos construidos. Así mismo, desde la perspectiva de tecnologías de la información, la premisa de que OA desarrollados de forma independiente pueden ser usados en sistemas instruccionales ha sido soporte de múltiples herramientas de aprendizaje en la Web; a continuación se presentan algunas de las propuestas más relevantes.

LAMS (Learning Activity Management System) es actualmente una de las herramientas más populares entre las que hacen uso de OA (Dalziel, 2003); otras implementaciones similares son las desarrolladas en los proyectos RELOAD (Sloep et al, 2005) y MOT+ (Paquette, 2002). Todas estas herramientas permiten hacer búsquedas de OA a partir de metadatos los cuales son confrontados con palabras clave, solicitadas a los diseñadores de las herramientas instruccionales a través de formularios. En esta línea de trabajo también se encuentra WebCT, cuyos módulos se presentan a continuación: WebCT Vista Learning Object Manager permite reusar y compartir OA haciendo uso de repositorios en la Web; el Learning Object Manager (LOM) permite a los docentes construir los cursos que necesiten y administrar sus contenidos; con el LOM es posible crear repositorios de OA institucionales y compartir los contenidos de dichos repositorios entre los miembros de las instituciones; además, permite distribuir materiales en varias secciones de los cursos y brinda la posibilidad de trabajar de forma colaborativa entre colegas, para la construcción de OA o cursos completos, haciendo uso de OA basados en diferentes estándares

como IMS y SCORM (Beck, 2005). De otro lado, los LMS (Learning Management System) entre los que se encuentran Blackboard (2006), Lotus Learning Space, FirstClass, LearnLink, LearnExact y el Proyecto LearningCircuits brindan la posibilidad al profesor de solicitar recursos sobre un determinado tópico o formato, utilizando menús, listas o llenando formularios con palabras clave. En estos ambientes se incluyen cuestionarios sobre el tema que se esté estudiando, así como los logros de los estudiantes que se miden con el resultado obtenido en una escala numérica.

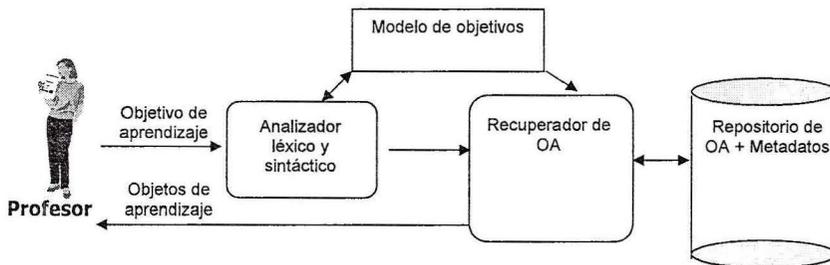
Como complemento de las anteriores herramientas existen otros proyectos orientados a la creación de repositorios que buscan mejorar la reutilización y los procesos de aprendizaje basados en la Web; entre ellos se encuentran *CurriculumOnline*, la iniciativa Europea *European SchoolNet*, el proyecto *CELEBRATE* de la European Commission's Information Society Technology Program (IST) y la iniciativa "*The Le@rning Federation*" (2005) que comprende aspectos relacionados con el diseño y establecimiento de un mercado de contenidos educativos en Australia. Muchos de estos proyectos han seguido creciendo gracias al intercambio de OA a través de herramientas como Oklahoma Exchange (Universidades de Glasgow y Oklahoma, 1999), el Wisconsin Exchanger (Wisconsin Technical College System, 2006) o el CLOE "Collaborative Learning Object Exchange" que permite la revisión e intercambio de contenidos educativos entre las universidades y los colegios de Ontario-Canadá. Uno de los objetivos de las experiencias mencionadas es facilitar la recuperación y la utilización de los OA por parte de los docentes y los estudiantes, lo que permite acceder a listas completas de OA y a librerías a través de la especificación de palabras clave o selección de menús temáticos. Igualmente, los repositorios MERLOT (Beck, 2005), TeleCampus (TeleCampus, 2006), Dublin Core Metadata Initiative (2005), ARIADNE y CAREO (Beck, 2005) permiten consultar y adicionar material mediante palabras clave. Todos estos almacenes contienen enlaces a los OA localizados en diferentes lugares de la red, los cuales son actualizados y mantenidos constantemente; muchos de estos almacenes utilizan esquemas de metadatos como LOM (Learning Objects Metadata) para clasificar los OA.

De acuerdo con la información disponible, las anteriores propuestas no utilizan objetivos instruccionales para la recuperación de OA, lo que podría arrojar información inadecuada para la evaluación del objetivo instruccional del docente. También, no hacen uso de métodos de procesamiento de lenguaje natural en sus interfaces; en este sentido, el enfoque propuesto presenta una ventaja frente a las demás herramientas al facilitar el trabajo del docente, ya que para expresar los objetivos éste no requiere de ningún conocimiento adicional al que normalmente utiliza en su quehacer académico; adicionalmente, una vez expresado un objetivo, únicamente los OA pertinentes para su evaluación son recuperados automáticamente.

3. PROPUESTA

El enfoque propuesto suministra al profesor una herramienta de autoría que le permite recuperar OA a partir de objetivos instruccionales especificados en lenguaje natural. Con la información suministrada por el docente, un motor de búsqueda se encarga de la recuperación de OA desde repositorios posiblemente distribuidos; de esta manera, se incrementará la eficacia del proceso de autoría al obtenerse OA adecuados a los objetivos pedagógicos del profesor. Igualmente, la utilización de lenguaje natural permitirá acercar la tecnología al docente mediante una interfaz cercana a sus prácticas pedagógicas. La Figura 1 presenta la arquitectura de la solución propuesta, la cual es descrita en las siguientes secciones.

FIGURA 1. ARQUITECTURA DEL ENFOQUE PROPUESTO



3.1 Modelo de objetivos

Con el fin de recuperar OA pertinentes para la evaluación del desempeño de un estudiante, a partir de la declaración de un objetivo realizada por el profesor, se utiliza un enfoque lingüístico basado en técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) usadas en ingeniería de software; una descripción de propuestas en este sentido puede encontrarse en: (Abbott, 1983), (Booch, 1986), (Saeki *et al.*, 1987), (Dunn y Orłowska, 1990), (Rolland, 1992), (Meziane, 1994), (Mich y Garigliano, 1994), (Kiyavitskaya, 1994), (Harmain y Gaizauskas, 2000) y (Overmyer, 2001). Además, se utiliza la caracterización de objetivos planteada por Mager (1984) y la taxonomía de verbos a nivel cognitivo definida por Bloom (1956). A continuación se presenta una breve descripción de los principales conceptos que fundamentan estas teorías.

El PLN hace parte de las tecnologías esenciales para la gestión del conocimiento y el uso de interfaces que faciliten la comunicación del usuario con el computador (Palomar, 2003). También ha sido una herramienta utilizada, con importantes resultados, por áreas del conocimiento como: Interacción Hombre Máquina, Sistemas de Información e Ingeniería de Software (Ben Achour, 1997). De manera particular, en el contexto de la ingeniería de software este proceso frecuentemente se realiza a partir de escenarios, los cuales son narraciones correspondientes a un conjunto ordenado de interacciones del usuario y un sistema que cumple una funcionalidad (Jacobson, 1992). Los principales elementos que componen un escenario son: Uno o varios *Actores*, quienes son las personas o máquinas que interactúan con el escenario; una o varias *Precondiciones*, las cuales establecen condiciones que deben ser verdaderas antes de que el escenario sea ejecutado; una *Descripción*, correspondiente a la secuencia normal de acciones que conforman el escenario; y una o varias *Poscondiciones* que describen la nueva situación una vez el escenario es satisfecho.

De otro lado, Robert Mager (1984) define un objetivo de aprendizaje como la descripción del desempeño que deben lograr los estudiantes para llegar a considerarlos competentes en una

determinada área del conocimiento. Para definir los objetivos de aprendizaje deben considerarse por lo menos cuatro aspectos: audiencia, comportamiento, condición y grado. La *audiencia* determina las personas a quienes está dirigida la evaluación. El *comportamiento* establece qué se espera de la audiencia una vez logrado el objetivo; es decir, qué estarían en capacidad de hacer o de saber al final del proceso pedagógico. Las *condiciones* establecen las circunstancias bajo las cuales debe tener lugar el comportamiento; una condición de desempeño es una descripción de los recursos o herramientas que deberá usar o que necesitará el aprendiz para alcanzar un comportamiento determinado. Finalmente, el *grado* establece el criterio de desempeño aceptable para considerar que se logró o no el objetivo. Para especificar el *comportamiento* se hace uso de la taxonomía de verbos a nivel cognitivo planteada por Bloom (1956), herramienta generalmente conocida y usada por los docentes. Según Bloom (1956) el dominio cognitivo está dividido en seis niveles o jerarquías que se pueden representar en lenguaje natural usando una serie de verbos: Un primer nivel llamado *conocer* se logra cuando el aprendiz puede observar y recordar la información que acaba de recibir; un segundo nivel de *comprensión* se logra cuando el aprendiz entiende la información, capta su significado y logra trasladar el conocimiento a nuevos contextos; el nivel de *aplicación* se logra cuando el aprendiz logra realizar abstracciones en situaciones concretas; el de *análisis* se logra cuando el aprendiz está en condiciones de encontrar patrones, organizar las partes, reconocer significados ocultos, e identificar componentes; al de *síntesis* pertenecen los comportamientos que permiten unir varias partes para formar un todo y por último el nivel de *evaluación* se logra cuando el aprendiz está en condiciones de hacer juicios de valor. De esta manera, el verbo utilizado en la especificación del objetivo de aprendizaje por el profesor permite realizar un apareamiento con los metadatos que describen el nivel asociado a cada OA del repositorio. En la Figura 2, se presenta la declaración del objetivo instruccional: “Después de escribir una oración en pasado, los estudiantes de pregrado del curso inglés

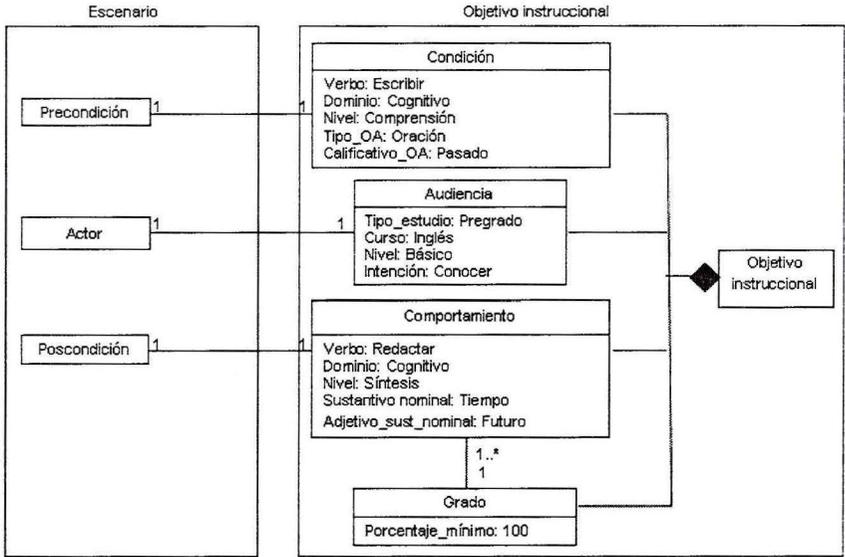
FIGURA 2. INTERFAZ UTILIZADA POR EL DOCENTE PARA LA REDACCIÓN DE OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Condición	Después de escribir una oración en pasado
Audiencia	Los estudiantes de pregrado del curso de Inglés nivel Básico con intención de Conocer y/o y del programa Inglés
Comportamiento	Estarán en capacidad de redactarla nuevamente en tiempo futuro
Grado que deberá demostrar la audiencia	<input checked="" type="radio"/> De tal manera que No cometa errores <input type="radio"/> Con resultados no menores al siguiente porcentaje <input type="radio"/> Deberá demostrar resultados en el siguiente nivel

básico podrán redactarla nuevamente en tiempo futuro sin errores.” Nótese que es posible establecer una correspondencia entre los elementos que definen un escenario y los elementos que describen un objetivo instruccional. En este sentido, el *actor* del escenario equivale a la *audiencia* del objetivo instruccional; la *precondición* corresponde a la *condición*; finalmente, la *poscondición* se asimila al *grado y al comportamiento*. El modelo resultante de estas asociaciones y una instancia de éste para el ejemplo de la Figura 2, se muestra en la Figura 3.

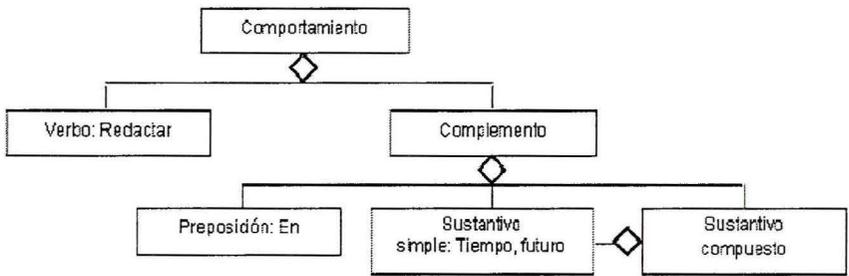
Gracias a la relación escenario-objetivo instruccional ha sido posible utilizar los adelantos de la ingeniería de software en el tratamiento de escenarios; de esta forma, la gramática propuesta para la redacción de objetivos instruccionales está basada en las reglas gramaticales que especifican un escenario (Ben Achour, 1997). A manera de ejemplo, en la Figura 4 se presentan las reglas gramaticales que debe cumplir toda narración de un comportamiento tomado de objetivos instruccionales escritos en español restringido. La misma figura muestra como se especifican los

FIGURA 3. MODELO DE OBJETIVOS: MAPEO ESCENARIO - OBJETIVO INSTRUCCIONAL



elementos correspondientes a la oración “Redactarla nuevamente en tiempo futuro”.

FIGURA 4. MODELO DE OBJETIVOS: ELEMENTOS LINGÜÍSTICOS QUE CARACTERIZAN EL COMPORTAMIENTO



De esta forma, los objetivos escritos en español restringido pueden ser tratados computacionalmente y convertidos a consultas que recuperan los OA pertinentes, para evaluar el objetivo planteado por el docente. En el siguiente apartado se ilustra el proceso de análisis que se realiza a cada objetivo de aprendizaje.

3.2 Analizador léxico y sintáctico

Este componente reconoce cada una de las palabras que describen la condición y el comportamiento; cada palabra es buscada en un diccionario que contiene los significados gramaticales y las posibles construcciones que se puedan hacer a partir de la raíz de la palabra analizada. Luego de conocer el sentido gramatical de cada palabra, se construye una frase con dichos sentidos; el análisis sintáctico consiste en verificar si la frase cumple con la gramática definida tanto para la condición como para el comportamiento. La herramienta desarrollada cuenta con un asistente, para los casos en que alguna palabra no se encuentre en el diccionario o que la frase de la condición o el comportamiento no cumplan con la gramática especificada para su escritura, permitiendo ingresar las palabras faltantes en el diccionario o informando al docente sobre la necesidad de reescribir la frase de una forma más simple de manera que cumpla con la gramática. Por ejemplo, en la Figura 5 se muestra el resultado del proceso de análisis sintáctico realizado a la frase correspondiente al comportamiento:

FIGURA 5. EJEMPLO DE ANÁLISIS LÉXICO Y SINTÁCTICO PARA EL COMPORTAMIENTO



3.3 Recuperador de OA

La Figura 6 presenta una visión contextual de este componente. El proceso recibe como insumo la información de la audiencia y los resultados del análisis sintáctico realizado a la condición y al comportamiento. De esta forma, la *condición* suministra el sustantivo nominal o preposicional y sus respectivos adjetivos que en conjunto califican al tipo de OA a recuperar; de la *audiencia* se toma el tipo de estudiante, el nombre del programa académico así como el nombre, nivel e intención de la asignatura para la cual se escribe el objetivo instruccional; y finalmente, del *comportamiento* se toma la información del verbo que describe la acción que deben lograr los estudiantes de acuerdo con el dominio y el nivel del verbo establecido en la taxonomía de Bloom (1956). Puesto que los OA son descritos por metadatos contenidos en esquemas RDF (Resource Description Framework); durante la recuperación se lleva la información de la condición, la audiencia y el comportamiento a una consulta en lenguaje SeRQL (Sesame RDF Query Language), véase la Figura 7, sobre estos esquemas, con lo cual se recuperan los OA que cumplen con dicha consulta.

FIGURA 6. ILUSTRACIÓN DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE OA

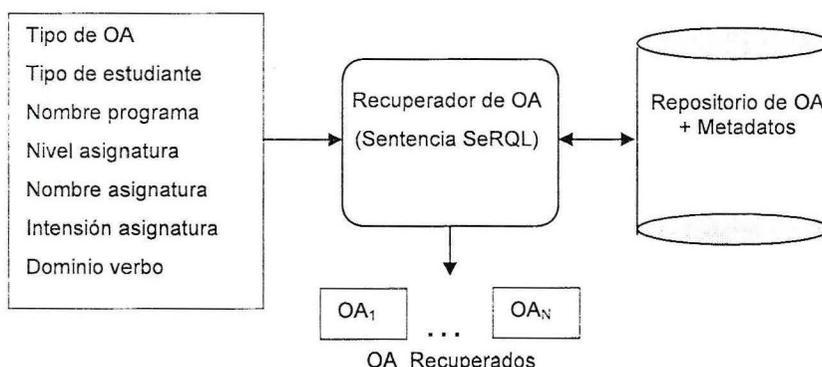


FIGURA 7. SENTENCIA SERQL MEDIANTE LA CUAL SE RECUPERAN LOS OA QUE PERMITEN EVALUAR LOS OBJETIVOS INSTRUCCIONALES

```
"SELECT tblPregunta.titulo_pregunta, tblCurso_asociado.nombre_curso,
tblTema_asociado.nombre_tema, tblPregunta.texto_pregunta "+
"FROM tblPregunta "+
"INNER JOIN "+
"tblCurso_asociado ON
tblPregunta.identificador_pregunta =
tblCurso_asociado.identificador_pregunta "+
"INNER JOIN "+
"tblTema_asociado ON
tblPregunta.identificador_pregunta =
tblTema_asociado.identificador_pregunta "+
"WHERE "+
"tblCurso_asociado.nombre_curso = '" + nombre_curso
+ "' AND tblCurso_asociado.nombre_programa = '" + nombre_programa + "' "+
"AND tblPregunta.intension_pregunta_1 = '" +
intension_pregunta_1.trim() + "' AND tblPregunta.nivel_pregunta = '" +
nivel_pregunta + "' "+
"AND ( tblTema_asociado.nombre_tema LIKE '%'" +
nombre_tema_pregunta.trim() + "%' AND tblTema_asociado.tipo = 'pregunta'
)"
```

3.4 Evaluación de la propuesta

Para evaluar la aproximación propuesta, se configuró un repositorio de OA correspondientes al área de matemáticas básicas. Así mismo, se pidió a un docente la elaboración de 40 objetivos instruccionales para el área en cuestión; luego el mismo docente seleccionó manualmente, del universo de OA que comprenden el repositorio, para cada objetivo instruccional los correspondientes OA que permiten su evaluación. Posteriormente, sin la participación del docente, se utilizó la herramienta desarrollada para ingresar cada objetivo instruccional, escrito en lenguaje natural, y recuperar automáticamente los OA que mejor permiten la evaluación de cada uno de ellos. Finalmente, los resultados arrojados por el docente y por la herramienta fueron comparados utilizando las siguientes métricas:

$$\text{Precisión} = \frac{N^{\circ} \text{ OA Correctos Herramienta}}{\text{Total OA Retornados Herramienta}}$$

$$\text{Complejitud} = \frac{N^{\circ} \text{ OA Correctos Herramienta}}{N^{\circ} \text{ OA Docente}}$$

La comparación arrojó una precisión del 89.1% y una completitud del 97.8%; lo cual evidencia una significativa aproximación de la herramienta a los OA seleccionados por el docente.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se ha presentado una propuesta para la recuperación automática de OA a partir de objetivos instruccionales expresados en lenguaje natural. El enfoque propuesto está basado en técnicas para el análisis lingüístico de escenarios, utilizadas por la ingeniería de software, en combinación con los planteamientos de Mager (1984) y Bloom (1956) para la redacción de objetivos instruccionales. De esta manera, se establece un mapeo entre los elementos que componen un objetivo y un escenario, lo cual permite el análisis lingüístico de objetivos y su posterior utilización en la recuperación de OA. Con la información suministrada por el docente se lleva a cabo una búsqueda que recupera automáticamente sólo aquellos OA que permiten evaluar la competencia de la forma expresada en la declaración del objetivo; por ejemplo, tipo de OA, nivel de la taxonomía de Bloom (1956), entre otros aspectos. Esta aproximación incrementa la eficacia del proceso de autoría, permitiendo obtener un conjunto de OA adecuados a los objetivos pedagógicos del profesor; incluso, la utilización de lenguaje natural permite acercar la tecnología al docente haciendo que la herramienta posea una interfaz cercana a sus prácticas pedagógicas usuales. Los resultados preliminares han arrojado una completitud del 97.8% y una precisión del 89.1% en las consultas realizadas, lo que evidencia una significativa aproximación a los requerimientos del docente. Como parte de los trabajos futuros

se contempla la implementación de un método que facilite la fase de aprendizaje del estudiante a partir de la información de los objetivos instruccionales, no utilizada en el proceso de recuperación de OA. Igualmente, se creará un repositorio de OA que permitirá la integración de los componentes desarrollados a la herramienta de *e-learning* ATHENEA, actualmente en construcción.

5. REFERENCIAS

- Abbott, R. (1983-). J. *Program design by informal english descriptions*. Comm. Of the ACM, 26(11): 882-894.
- Beck, Robert J. (2005). *Learning Objects: An Introduction*. Portal del Centro para la Educación Internacional. Universidad de Wisconsin-Milwaukee.
- Ben Achour, Camille; Colette, Rolland (1997). *Introducing genericity and modularity of textual scenario interpretation in the context of requirements engineering*. Centre de Recherche en Informatique. Université de Paris I - Sorbonne.
- Blackboard. *Blackboard Learning System* (release 6). En la red, <http://www.blackboard.net/products/academic/ls/docs/index.htm>. citado el 8 de agosto de 2007.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Handbook I: Cognitive domain. New York: Longman.
- Booch, G. (1986). *Object-oriented development*. Trans. on software eng. SE-12(2):211-221.
- Brusilovsky, P., Eklund, J., & Schwarz, E. (1998). *Web-based education for all: a tool for developing active courseware*. Computer Networks and ISDN Systems, 30, 291-300.
- Dalziel, J. (2003). *Implementing Learning Design: The Learning Activity Management System (LAMS)*.
- Dublin Core Metadata Initiative (DCMI). *Project Dublin Core*. En la red, <http://dublincore.org/>. citado el 20 de agosto de 2007.
- Dunn L. Orlowska M. (1990). *A natural language interpreter for construction of conceptual schemas*. In CAiSE'90. 2nd Nordic Conference on Advanced Information Systems Engineering. LNCS 436. 371-386. Springer-Verlag.

- Harmain H. Gaizauskas R. (2000). *CM-Builder: An automated NL-Based CASE Tool*. Proceedings of the fifteenth IEEE International Conference on Automated Software Engineering (ASE'00). Grenoble.
- IEEE. (2002). Learning Technology Standards Committee.
- Jacobson, I.; Christerson, M.; Jonsson, P.; Overgaard, G. (1992). *Object-Oriented Software Engineering - A Use Case Driven Approach*. Reading, MA: Addison Wesley. New York: ACM Press.
- Kiyavitskaya, Nadzeya; Zeni, Nicola; Mich, Luisa; Mylopoulos, John. (1994). *NLP-Based requirements modelling: Experiments on the quality of the models*. Department of Information and Telecommunication Technologies. Department of Computer Science. University of Trento.
- Mager, R. F. (1984). *Preparing Instructional Objectives*, Belmont, CA. David S. Lake.
- Margaret, Haughey. (2005). *Evaluating learning objects for schools*. University of Alberta, Bill Muirhead University of Ontario Institute of Technology.
- Melbourne, Victoria. The Learning Federation. Portal. En la red, <http://www.thelearningfederation.edu.au/tlf2/> citado el 13 de agosto de 2007.
- Meziane, F. (1994) *From english to formal specifications*. PhD Thesis. Department of Mathematics and Computer Science. University of Salford. UK.
- Mich L. Garigliano R. (1994). *A linguistic approach to the development of object-oriented systems using the NL system LOLITA*. In Object Oriented Methodologies and Systems Int'l Symposium. (ISOOMS'94). LNCS 858. 371-386.
- Open University of the Netherlands. CopperCore v3.0 released - December 15th 2005. En la red, <http://coppercore.sourceforge.net/> citado el 8 de agosto de 2007.
- Overmyer S. Lavoie. B. Rambow O. (2001). *Conceptual modelling through linguistic analysis using LIDA*. En Proc. 23 rd Int. Conf. on Software Engineering (ICSE 2001). P. 401-410.
- Palomar, Manuel. (2003). *Revolución tecnológica*. Capítulo: Acceso Multimodal a la información Multilingüe. P. 49-54.
- Paquette, G. (2002). *Modélisation des connaissances et des compétences, pour concevoir et apprendre*. Sainte-Foy. Université du Québec. Canada
- Polsani, P. R. (2003). *Use and abuse of reusable learning objects*. Journal of Digital Information, Vol. 3, Núm. 4.
-

- Project telecampus. The University of Texas System. En la red, <http://www.telecampus.utsystem.edu/> citado el 20 de agosto de 2007.
- Project the Oklahoma Exchange. Universidades de Glasgow y Oklahoma. The Andrew Hook Centre For American Studies. En la red, <http://www.arts.gla.ac.uk/CAS/oak.htm> citado el 8 de agosto de 2007.
- Project Wisconsin Exchanger. Wisconsin Technical College System (WTCS). En la red, <http://www.wisc-online.com/> citado el 20 de agosto de 2007.
- Rolland C. Proix C. (1992). *A natural language approach for requirements engineering*. En *Advanced Information Systems Engineering*. P. Loucopoulos editor. LNCS. Springer-Verlag. N. 593: 257-277.
- Saeki M. Horai H. Toyama K. Uematsu N. Enomoto (1987). *Specification framework based on natural language*. In *Proc. of the 4th Int'l Workshop on Software Specification and Design*. 87-94. IEEE.
- Sloep, P.; Hummel, H., And Manderveld, J. (2005). Basic Design Procedures for E-learning Courses. *Learning Design A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. In: R. Koper and C. Tattersall (Eds.) (pp. 139-160). Berlin: Springer.

