

# Análisis Semántico en Mapas Conceptuales usando Ontología de Dominio

Wenny Hojas Mazo  
Alfredo Simón Cuevas  
Manuel de la Iglesia Campos

*En el presente trabajo se describe una alternativa de solución para incorporar semántica en los procesos de búsqueda e integración en la recuperación de conocimiento en Mapas Conceptuales. La solución consiste en un mecanismo de análisis semántico que extiende la semántica de los conceptos usando una Ontología de Dominio Terminológica como recursos de conocimientos. La ontología a emplear es de dominio específico y codificado en lenguaje OWL. Son definidas un conjunto de reglas para modelar el tratamiento de la semántica, reconocida en el proceso de extensión, como parte de los procesos de búsqueda e integración de conocimiento. Las bondades del mecanismo de análisis semántico propuesto se ejemplifican y demuestran con su aplicación práctica en el escenario de la pedagogía, específicamente, en lo referente al análisis conceptual de definiciones. Se considera que esta propuesta es generalizable al procesamiento de otros tipos de grafos basados en estructuras conceptuales similares a los Mapas Conceptuales.*

*Palabras Clave: mapas conceptuales; análisis semántico; ontologías, ontología de dominio, lenguaje OWL.*

## RESUMEN

## ABSTRACT

*In this paper is described a solution alternative to incorporate semantics in the search and integration processes in the recovery of knowledge in Concept Maps. The solution consists on a mechanism of semantic analysis that extends the semantics of the concepts using a Terminological Ontology of Domain as resources of knowledge. The ontology to use is of specific domain and coded in language OWL. They are defined a group of rules to model the treatment of the semantics, recognized in the extension process, like part of the search process and integration of knowledge. The mechanism kindness are exemplified and demonstrated with their practical application in the pedagogy scenario, specifically, regarding the conceptual analysis of definitions. It is considered that this proposal is generalizable to process other types of graphs with similar conceptual structures to Concept Maps.*

*Keyword: concept maps; semantic analysis; ontologies, ontology of domain, lenguaje OWL.*

## Introducción

**E**l conocimiento es clave para el desarrollo exponencial de la humanidad. Entre las formas de hacer explícito y gestionar el conocimiento por las personas, y que desde hace varios años su uso ha ido en ascenso, se encuentran los Mapas Conceptuales. Los

Mapas Conceptuales (MCs) (Novak & Gowin, 1984) constituyen una herramienta gráfica para organizar y representar el conocimiento (Novak & Cañas, 2008). Se componen de conceptos y relaciones que al concernirse forman proposiciones. Los conceptos identifican eventos u objetos,

así como evidencias de estos, las relaciones se etiquetan por una frase-enlace que establece el tipo de relación entre los conceptos, y las proposiciones se forman por dos o más conceptos interconectados mediante una frase-enlace, representando expresiones significativas.

Este tipo de representación tiene su origen en el ámbito pedagógico, donde se ha utilizado en el apoyo del proceso de enseñanza-aprendizaje (Lozano & Lozano, 2013; Hwang et al., 2014; Sabbaghan, Akbari, & Sedghpour, 2013; Liu & Lee, 2013; Kamble & Tembe, 2013; Gerdeman, Lux, & Jacko, 2013; Schaal, 2010), aunque se ha extendido su uso en otras áreas (Sharif, Arai, & Watanabe, 2013; Shallcross, 2013; Mclinden, 2013; Martínez, Kay, & Yacef, 2012). El uso de las tecnologías, con el desarrollo de sistemas para la construcción, gestión y procesamiento computacional de MCs, ha incrementado las potencialidades de su uso. Cmap Tools (Cañas et al., 2004) es uno de los sistemas más usados y de mayor trascendencia. Una de las bondades que brinda es la posibilidad de almacenar y gestionar los MCs que se elaboren para crear repositorios de MCs, y también modelos de conocimiento, que no son más que colecciones de MCs y recursos de una temática o dominio específico (Cañas et al., 2004). La recuperación de conocimiento a partir de consultas a los repositorios de MCs constituye un proceso importante para aprovechar el conocimiento acumulado. Existen varias propuestas dirigidas a la búsqueda y recuperación en este tipo de repositorios (Cañas, Leake, & Maguitman, 2001; Cañas, & Carvalho, 2004; Eskridge, Granados, & Cañas, 2006; Leake, Maguitman, & Cañas, 2002; Leake, Maguitman, & Reichherzer, 2004; Reichherzer et al., 1998; Simón et al. 2008).

Los procesos de búsqueda e integración de conceptos y estructuras proposicionales que se ejecutan en estas propuestas se realiza a partir de la equivalencia sintáctica entre los conceptos, no considerándose la semántica asociada al sentido de los conceptos dentro de la estructura proposicional. Esto puede causar algunos inconvenientes, entre los que se pueden mencionar: la no recuperación de estructuras proposicionales potencialmente útiles y la carencia de sentido en algunas estructuras recuperadas.

En este trabajo se describe una alternativa de solución a estos inconvenientes, basada en el tratamiento de la semántica de los conceptos en el proceso de búsqueda e integración de conocimiento. Se propone un mecanismo de análisis semántico que parte de la extensión semántica de conceptos usando una Ontología de Dominio Terminológica como recursos de

conocimientos. Las ontologías son una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida, «entendible» por una computadora (Studer, Benjamins, & Fensel, 1998), y orientada además al procesamiento y análisis semántico en sistemas computacionales. La ontología a emplear sería de dominio específico, codificada en lenguaje OWL (Yu, 2011), y en cuya construcción es necesario tener en cuenta un conjunto de pautas de diseño definidas como parte de esta propuesta. Son definidas un conjunto de reglas para modelar el tratamiento de la semántica, reconocida en el proceso de extensión, como parte de los procesos de búsqueda e integración de conocimiento.

Las bondades del mecanismo de análisis semántico propuesto se ejemplifican y demuestran con su aplicación práctica en el escenario de la pedagogía, específicamente, en lo referente al análisis conceptual de definiciones, ya publicadas, sobre aspectos de ese dominio. Se considera que esta propuesta es generalizable al procesamiento de otros tipos de grafos basados en estructuras conceptuales similares a los MCs.

## Materiales y métodos

La recuperación de conocimiento en este contexto, se entiende como el proceso de extracción de conocimiento desde un repositorio de MCs, algunos de los cuales pueden constituir modelos de conocimiento (Cañas, Leake, & Maguitman, 2001). Esta constituye una tarea que se ha empleado fundamentalmente como vía de soporte al proceso de construcción semi-automática de MCs aprovechando el conocimiento almacenado. Existen propuestas que enfocan la recuperación a la búsqueda de MCs (Eskridge, Granados, & Cañas, 2006; Cañas, Leake, & Maguitman, 2001), conceptos (Leake, Maguitman, & Cañas, 2002; Leake, Maguitman, & Reichherzer, 2004), proposiciones (Cañas, & Carvalho, 2004; Reichherzer et al., 1998) y operaciones de consulta para extraer conocimiento en forma de estructuras proposicionales (Simón et al., 2008). Existen avances en lo que es el procesamiento automático del conocimiento almacenado en este tipo de repositorios, que no solo contribuye a este proceso de construcción, sino también al estudio y análisis de dicho conocimiento. De la manera en que se lleve a cabo el proceso de búsqueda y recuperación,

dependerá el nivel de aprovechamiento de ese conocimiento acumulado.

La búsqueda e integración de conceptos como parte del procesamiento es comúnmente realizada a través de la equivalencia sintáctica de conceptos, no considerándose el sentido en el que se usan los conceptos dentro del MC. Esto puede provocar algunos de los siguientes inconvenientes:

- Las estructuras proposicionales que son potencialmente útiles para el análisis de repositorios de MCs, no se recuperan por no considerar una relación de sinonimia entre conceptos sintácticamente diferentes.
- Se obtienen estructuras proposicionales carentes de un sentido coherente, debido a la integración de conceptos que no se usan con el mismo sentido, pero que son sintácticamente equivalentes.
- Pérdida de conocimiento potencialmente útil para el análisis de repositorios de MCs, a partir de no integrar conceptos con el mismo sentido, pero sintácticamente diferentes.

Estos inconvenientes llevan a la necesidad de incorporar al procesamiento de MCs, y en particular en los procesos de búsqueda e integración de conceptos, un mecanismo de análisis semántico, donde se utilicen recursos de conocimiento de referencia para lograr obtener un mayor aprovechamiento del conocimiento almacenado en los MCs.

## Resultados y discusión

### Análisis Semántico usando Ontología de Dominio

En la recuperación de conocimiento se llevan a cabo dos tareas importantes: la identificación de lo que se debe recuperar para satisfacer la solicitud de búsqueda y, la integración (si debe ocurrir) del conocimiento recuperado en una respuesta unificada. El centro de atención de ambas tareas está en los conceptos. Los conceptos en el MC se expresan en lenguaje natural y en cada uno de ellos se adopta un sentido según el contexto (estructura proposicional) en el que se usa. Por tanto, la información semántica, asociada al posible sentido a adoptar en el concepto constituye una pieza fundamental para en el proceso de análisis

semántico que se vaya a realizar.

Lo antes expuesto ha conllevado a la definición de un mecanismo de análisis semántico en dos fases: la extensión semántica de conceptos a partir de recursos de conocimientos ya definidos, y la aplicación de reglas que modelen el proceso de búsqueda e integración de conceptos, a partir de la información semántica que se posee luego de su extensión.

### Extensión Semántica de Conceptos

La extensión semántica de conceptos se define como el proceso de asociarle a un concepto otras palabras (simples o compuestas) que constituyan sinónimos de dicho concepto. La propuesta de extensión semántica se aplica sobre los conceptos incluidos en los MCs que han sido especificados como fuente de conocimiento en la recuperación. La fase de extensión incorpora a los conceptos una lista de sentidos, donde cada sentido tiene como atributos:

- Un identificador único (se extrae del recurso de conocimiento que se utilice).
- Una lista de palabras que tienen relación de sinonimia con el concepto (definiendo su sentido).

Para ello se propone el uso de una Ontología de Dominio como recurso de conocimiento. Este recurso de conocimiento se recomienda para el análisis en dominios específicos de conocimiento. Esto sugiere que los resultados que se obtendrán usando una Ontología de Dominio serán mejores mientras más correspondencia exista entre los dominios de conocimiento que se representa en ella y los MCs que se especifiquen como fuente de conocimiento en las operaciones de consulta.

### Ontología de Dominio para la Extensión Semántica

Las ontologías en el área de la computación, constituyen una forma de representar el conocimiento orientadas al procesamiento y análisis semántico por parte de una computadora. Una de las definiciones más reconocida plantea que son una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida, la cual es «entendible» por una computadora (Studer, Benjamins, & Fensel, 1998). En

esta definición, conceptualización significa que se expresa un modelo abstracto de algún fenómeno en el mundo a partir de la identificación de los conceptos relevantes de ese fenómeno; explícita, que los tipos de conceptos y las restricciones sobre ellos son definidas explícitamente; formal, que las ontologías deben ser «entendibles» por las computadoras; y compartida, que se representa un conocimiento aceptado socialmente (Studer, Benjamins, & Fensel, 1998). Las ontologías permiten establecer un entendimiento común y compartido de un dominio que puede ser comunicado entre personas y sistemas de aplicación (Bloehdorm et al., 2009). Se han definido varios lenguaje formales para la codificación de ontologías, tal es el caso de RDF/RDFS (Christophides, 2009) y OWL (Yu, 2011). Se distinguen diferentes tipos de ontologías, entre las que se encuentran las de dominio (Guarino, 1998), en las que se captura un conocimiento válido para un tipo particular de dominio.

### Extensión Semántica de Conceptos usando Ontología de Dominio

En la extensión semántica de conceptos se utiliza una Ontología de Dominio como vocabulario de un dominio específico. La ontología a utilizar debe ser codificada en el lenguaje OWL y cumplir con un conjunto de restricciones de diseño:

- Cada clase de la ontología debe corresponder a un concepto del dominio, cada uno de las cuales pueden incluir sub-clases, para representar una taxonomía de conceptos.
- Todas las clases han de tener asociado la propiedad sinónimo, del tipo `DataType Property`, cuyos valores deben ser del tipo string.
- Se debe definir una única instancia para cada una de las clases.
- Ninguno de los valores de la propiedad sinónimo de una instancia puede estar repetido en los valores de la propiedad sinónimo de las otras instancias, lo que evita la existencia de ambigüedad en la ontología.

En la propiedad "sinónimo" serán almacenados, en el proceso de población de la ontología, el conjunto de palabras (simples o compuestas) que constituyen

sinónimos del concepto que es representado en la ontología como una clase o sub-clase.

La extensión parte de recuperar, de la Ontología de Dominio, todos los posibles sinónimos de cada concepto a extender. Este mecanismo de recuperación se lleva a cabo mediante el uso del lenguaje de consultas SPARQL [27], a través del cual se ha implementado una consulta que permite, dado un concepto, recuperar la lista de todos sus posibles sinónimos en la ontología. En caso de que la búsqueda sea exitosa, se almacena en la lista de palabras con relación de sinonimia del concepto el conjunto de palabras recuperadas de la ontología.

### Clasificación de Conceptos Según Información Semántica Asociada

Se han definido dos categorías a partir de las cuales son clasificados los conceptos según la información semántica que ha sido recuperada de los recursos de conocimiento, a saber:

- No Ambiguo: un concepto que tiene asociado un único conjunto de sinónimos (un único sentido).
- Desconocido: un concepto que no tiene asociado ningún sinónimo (generalmente, se corresponde con conceptos no incluidos en ninguno de los recursos de conocimiento empleados en la extensión semántica).

### Búsqueda Sintáctico-Semántica de Conceptos

En un proceso de búsqueda hay dos elementos de información relevantes: los conceptos especificados para guiar la recuperación (conceptos relevantes o focos) y los conceptos contenidos en cada uno de los MCs que forman las fuentes de conocimiento en que se recupera. La extensión semántica que se aplica a los conceptos incluidos en la fuente de conocimiento, posibilita disponer de un mayor vocabulario (extendido semánticamente) a considerar en la recuperación de conocimiento. De esta forma, se puede lograr un mecanismo de recuperación más robusto, en el sentido de incrementar los posibles resultados a devolver como respuesta a la búsqueda, y al mismo tiempo, mejorar el tratamiento semántico y la interpretativa de dicho resultado.

Reglas de recuperación: Dado un concepto A, especificado en la recuperación, y un concepto B incluido en un MC de la fuente de conocimiento, B sería recuperado Si:

1. A constituye uno de los términos sinónimos con los que ha sido extendido B;
2. Ambos son sintácticamente equivalente;
3. A está incluido como parte de la etiqueta que define a B

La primera regla refleja la incorporación del tratamiento de la semántica y las dos siguientes permiten mantener las variantes de recuperación que usa semántica. El orden en el que se presentan las reglas se corresponde con el orden de relevancia para su ejecución, siendo la primera de las reglas la de mayor prioridad.

### Integración Semántica de Conceptos

La fusión de conceptos representados en diferentes MCs constituye la base de la integración de conocimiento que se requiere en la unificación de las estructuras proposicionales que se recuperan. Esta fusión se realiza a partir de coincidencias sintácticas (o correspondencia) en las etiquetas que identifican a los conceptos, lo cual puede conllevar a la integración de estructuras proposicionales que muestren inconsistencias o falta de coherencia en su interpretación. El análisis semántico de los conceptos, a nivel de tratamiento del sentido, es una alternativa que puede ayudar a resolver parcialmente este problema. En tal sentido, han sido definidas un conjunto de reglas a ser utilizadas

para determinar cuándo dos conceptos pueden ser integrados (o unificados) en un mismo nodo-concepto. Las reglas han sido definidas, fundamentalmente, teniendo en cuenta la información sobre el sentido de cada concepto. Sean,

- CNA: Conjunto de conceptos no ambiguos;
- CD: Conjunto de conceptos desconocidos;
- Sy(c): Conjunto de synset (s) de un concepto ci;
- c1 y c2: dos conceptos incluidos en diferentes MCs;

c1 y c2 son integrados Si:

$$R1: (c1, c2 \in CNA) \wedge (S(c1) = S(c2));$$

$$R2: (c1, c2 \in CD) \wedge (c1 = c2);$$

En R2 no se tiene en cuenta la información semántica, no obstante, se consideró conveniente incluirla por la existencia de casos donde sea conveniente la integración de conceptos no incluidos en el recurso de conocimiento, por ejemplos, conceptos que representen nombres propios. Luego de aplicar el análisis para cada par de concepto usando las reglas definidas, se procede a una segunda fase en la que se analiza como quedaría la etiqueta del nuevo nodo-concepto resultante de la integración, así como del registro de los sentidos de los conceptos involucrados. En este análisis se tiene en cuenta las reglas que se ejecutan para cada caso, tanto para decidir que etiqueta considerar en el resultado final y como quedarían los sentidos (en caso de que los tenga) asociados al nuevo concepto.

Las etiquetas de dos conceptos que se determina integrar son tratadas de la siguiente manera:

1. Unificar etiquetas, si las etiquetas son sintácticamente equivalentes.
2. Si las etiquetas no son sintácticamente equivalentes, incluir en la etiqueta del nuevo concepto las etiquetas de los conceptos a fusionar encerradas entre [ ] y separadas por una coma.

La asociación de sentidos al nuevo nodo-concepto se realizaría a partir de las siguientes reglas:

1. Si se activa R1, entonces el sentido es el mismo que tenían los conceptos fusionados.

2. Si se activa R2 entonces no tiene sentidos.

### Escenario de Aplicación

El mecanismo de análisis semántico propuesto se ejemplifica a través de aplicaciones prácticas en el análisis de definiciones. El uso de una Ontología OWL de dominio (creada para estos fines) se utiliza en la búsqueda e integración de conocimiento. Es recomendable utilizar aquellas ontologías cuyo conocimiento pertenezca al mismo dominio del representado en los MCs a procesar, de lo contrario, los resultados podrían no ser satisfactorios. El escenario se enmarca en el ámbito pedagógico, y se muestra la utilidad de la propuesta en el análisis de aspectos conceptuales que plantean definiciones ya publicadas sobre las categorías de la didáctica «Evaluación» y «Objetivos». Las definiciones seleccionadas tenían como característica adicional que provenían de diferentes autores y habían sido publicadas en momentos históricos diferentes.

### Aplicación en el Análisis de Definiciones

En este análisis, se tomó como punto de partida la selección de un conjunto de definiciones sobre «Evaluación» y «Objetivos» proveniente de publicaciones pedagógicas. Las definiciones que fueron seleccionadas se muestran a continuación con sus MCs respectivos:

En la evaluación realizada «se comparan resultados del trabajo de educadores y alumnos con los objetivos propuestos, para determinar la eficiencia del proceso

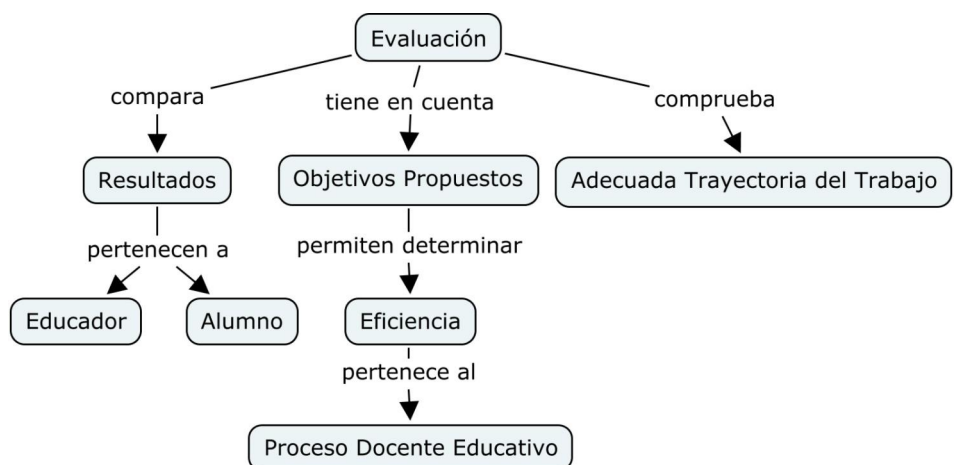


Figura 1. MC de la definición 2 de «Evaluación» como categoría didáctica.

# Análisis Semántico en Mapas Conceptuales usando Ontología de Dominio

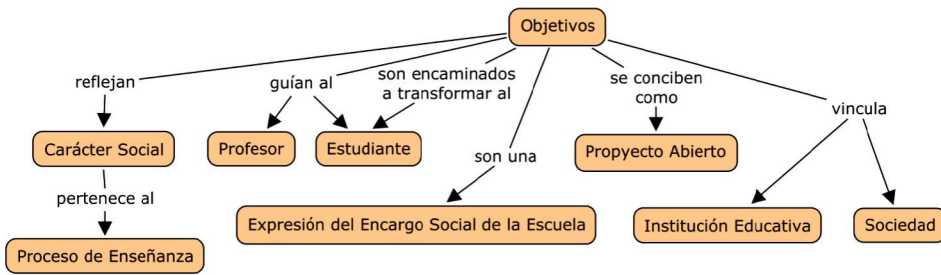


Figura 2. MC sobre una definición de «Objetivos», como categoría didáctica.

docente educativo, al mismo tiempo se comprueba si la trayectoria que se siguió en el trabajo fue la adecuada o no».

Los objetivos son fines o propósitos que previamente concebidos como proyecto abierto o flexible, guían la actividad de profesores y alumnos para alcanzar las transformaciones en los estudiantes. Como expresión del encargo social que se plantea a la escuela reflejan el carácter social del proceso de enseñanza. Sirviendo así de vehículo entre la sociedad y la institución educativa (Otmara González).

En el escenario, los objetivos en vista a la recuperación de conocimiento son:

1. Identificar si existe relación entre las

definiciones de «Evaluación» de la Fig. 1 y «Objetivos» de la Fig. 2.

2. Identificar las relaciones conceptuales que tienen los conceptos Metas y Educador en la definición de «Objetivos», buscando si existe una relación directa entre ellos.

En este caso, se construyó manualmente una ontología dominio usando Protégè y codificada en OWL en la que se representan como clases los conceptos incluidos en los MCs considerados en los objetivos, a los que son asociados un conjunto de términos que constituyen sinónimos. En la extensión semántica con la ontología, son extendidos aquellos conceptos que se incluyen en ellas que se encuentran como identificadores de clases, con los términos

que dan valor a su propiedad sinónimo, y también si los que se encuentran dentro del conjunto de valores de la propiedad sinónimo de alguna clase, con el resto de los términos. Este proceso de extensión se realiza previo a la ejecución de cada operación de consulta. El primer objetivo se satisface al ejecutar una operación de Unión usando los MCs de las Fig. 1 y 2 para identificar relaciones entre las definiciones, al usar la ontología construida, cuyo resultado se muestra en la Fig. 3; además de un fragmento de código de la ontología construida. Los conceptos amarillos en el resultado representan las integraciones que ocurrieron en el proceso.

El resultado de la recuperación con vista a satisfacer el segundo objetivo se muestra en la Fig. 4. En este resultado, se ve otro ejemplo de la utilidad de la búsqueda semántica al recuperar automáticamente conceptos que no están presentes en el MC, pero aparecen en la ontología construida como sinónimos. La ontología es consultada usando el lenguaje SPARQL, y en la Fig. 5 se muestra un ejemplo de una consulta implementada asociada a este último resultado.

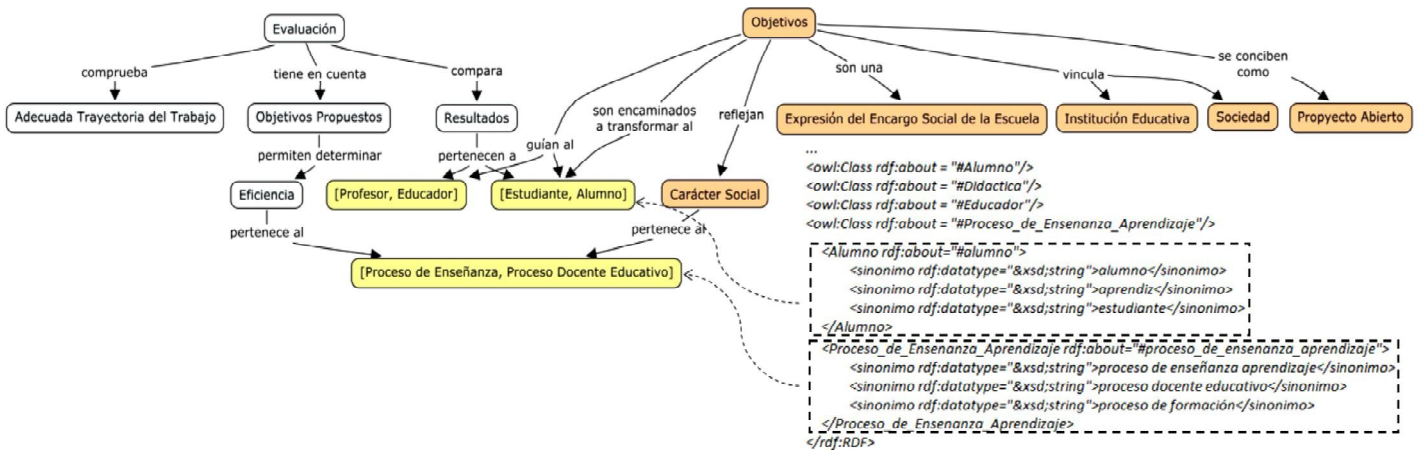


Figura 3. Integración conceptual entre la definición de «Evaluación» y «Objetivo».

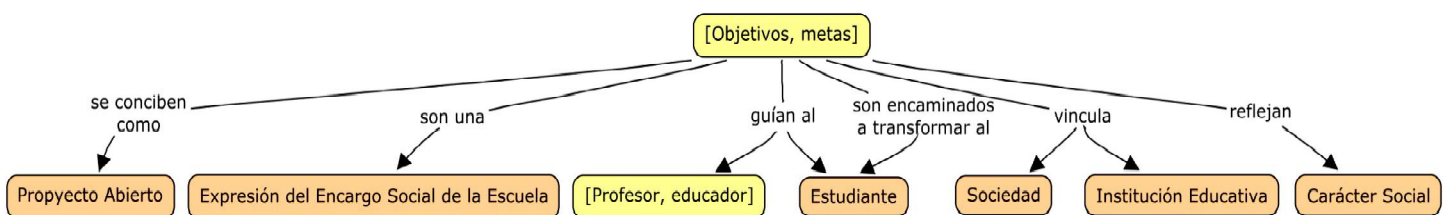


Figura 4. Información recuperada sobre los conceptos Metas y Educador en MC de «Objetivos».



```
PREFIX vin:http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/ontology_of_pedagogy.owl
PREFIX fn:<http://www.w3.org/2005/xpath-functions#>
```

```
SELECT ?x ?sinonim ?sinonims
```

```
WHERE
```

```
{?x vin:sinonimo ?sinonim
```

```
FILTER (fn:lower-case (?sinonim) = "profesor")
```

```
?x vin:sinonimo ?sinonims
```

```
}
```

Figura 5. Consulta SPARQL para recuperar la relación de sinónimos del concepto Profesor.

## Conclusiones

Se ha presentado un mecanismo de análisis semántico para los procesos de búsqueda e integración de conceptos que se llevan a cabo en la recuperación de conocimiento desde MCs. En el análisis se plantea en una primera fase de extensión semántica de conceptos que usa una Ontología de Dominio, y una segunda en la que se aplican reglas para modelar la semántica identificada en la primera fase y su tratamiento en el proceso de búsqueda e integración de conceptos. Las mejoras propuestas en el procesamiento de MCs, a partir del tratamiento de la semántica, posibilitan alcanzar un mayor aprovechamiento del conocimiento acumulado en repositorios de MCs. Los aportes de la propuesta han sido ejemplificados con aplicación en un escenario de análisis conceptual de definiciones del ámbito pedagógico. Se estima que la propuesta es generalizable, no sólo a MCs en idioma inglés, sino también en el procesamiento computacional de otros tipos de grafos basados en estructuras conceptuales similares a los MCs.

## Bibliografía

- Bloehdorm, S., Haase, P., Huang, Z., Sure, Y., Völker, J., Harmelen, F. & Studer, R. (2009). *Ontology Management*. En Davies, J., Grobelnik, M., & Mladenić, D. (eds.), *Semantic Knowledge Management*, pp. 3-20, Springer Berlin Heidelberg.
- Cañas, A., Leake, D. B. & Maguitman, A. G. (2001). *Combining Concept Mapping with CBR: Towards Experience-Based Support for Knowledge Modeling*. En *Proceedings of FLAIRS Conference*, pp. 286-290, AAAI Press.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Gómez, G., Eskridge, T.

C., Arroyo, M. & Carvajal, R. (2004). *CMapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment*, En Cañas, A. J. & Novak, J. D. (ed.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*, pp. 125-133, Pamplona-España: Universidad Pública de Navarra.

Cañas, A. J. & Carvalo, M. (2004). *Concept Maps and AI: an Unlikely Marriage?*. *Revista Brasileira de Informática na Educação*.

Eskridge, T. C., Granados, A. & Cañas, A. J. (2006). *Ranking concept map retrieval in the CmapTools network*. En Cañas, J. A., & Novak, J. D. (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*, vol. 1, pp. 477-484, San José - Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Christophides, V. (2009). *Resource Description Framework (RDF) Schema (RDFS)*. En Liu, L., & Özsu, M. T. (Eds.), *Encyclopedia of Database Systems*, pp. 2425-2428, Springer US.

Gerdeman, J. L., Lux, K. & Jacko, J. (2013). *Using concept mapping to build clinical judgment skills*. *Nurse Education in Practice*, 13(1), 11-17.

Guarino, N. (1998). *Formal Ontologies and Information Systems*. En *Proceedings of FOIS'98*, pp. 3-15, Trento, Italy: IOS Press.

Hwang, G. J., Kuo, F. R., Chen, N. S. & Ho, H. J. (2014). *Effects of an integrated concept mapping and web-based problem-solving approach on students' learning achievements, perceptions and cognitive loads*. *Computers & Education*, 71, 77-86.

Kamble, S. K. & Tembe, B. L. (2013). *The Effect of Use of Concept Maps on Problem Solving Performance and Attitude in Mechanical Engineering Course*. *Trabajos presentados en 2<sup>nd</sup> World Conference on Educational Technology Research*.

Leake, D., Maguitman, A. & Cañas, A. J. (2002). *Assessing Conceptual Similarity to Support Concept Mapping*. En *Proceedings of FLAIRS Conference*, pp. 168-172, AAAI Press.

Leake, D., Maguitman, A. & Reichherzer, T. (2004). *Understanding Knowledge Models: Modeling Assessment of Concept Importance in Concept Maps*. En Alterman, R. & Kirsch, D. (Eds.), *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp. 785-800. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Liu, S. H. & Lee, G. G. (2013). *Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology*. *Computers & Education*, vol. 68, 105-116.

Lozano, F. J. & Lozano, R. (2014). *Developing the curriculum for a new Bachelor's degree in Engineering for Sustainable Development*. *Journal of Cleaner Production*, vol. 64, 136-146.

Recibido: 22 de mayo de 2014.  
Aprobado en su forma definitiva:  
10 de junio de 2014

---

### Wenny Hojas Mazo

Facultad de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana. CUBA.  
Correo-e.: wrojas@ceis.cujae.edu.cu

### Alfredo Simón Cuevas

Facultad de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana. CUBA.  
Correo-e.: asimon@ceis.cujae.edu.cu

### Manuel de la Iglesia Campos

Facultad de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana. CUBA.  
Correo-e.: miglesia@ceis.cujae.edu.cu

---

