

Modelo ontológico basado en web of confianza para analizar el uso de recursos en entorno de aprendizaje

Ontological model based on web of trust to analyze the use of resources in learning environment

Camilo Alejandro Valencia

Ingeniero de Sistemas
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia
cavalencia@udistrital.edu.co

Carlos Enrique Montenegro-Marín

Doctor en sistemas y servicios informáticos para Internet
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia
cemontenegrom@udistrital.edu.co

Paulo Alonso Gaona-García

Doctor en ingeniería de la información y del conocimiento
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia
pagaonag@udistrital.edu.co

Adriana Carolina Gómez-Acosta

Ingeniero de Sistemas
Fundación San Mateo
Bogotá, Colombia
acgomez@funsanmateo.edu.co

Resumen– Los recursos utilizados dentro de un entorno de aprendizaje virtual son de vital importancia para el desarrollo de actividades y formación de estudiantes. Actualmente existe una gran variedad de recursos dentro de plataformas virtuales de aprendizaje; sin embargo, se desconoce si todos estos recursos pueden ser utilizados por todos los participantes dentro de un proceso de formación de acuerdo con sus estilos de aprendizaje. El siguiente artículo tiene como propósito definir un modelo ontológico que facilite el análisis estructural del uso de herramientas como blogs, foros, chats, así como diferentes tipos de objetos de aprendizaje, dentro de plataformas Learning Content Management System. Para facilitar el estudio se utilizó Pajek como herramienta de análisis de redes sociales. Se pretende con este modelo analizar el comportamiento de participantes dentro de plataformas virtuales, así como la interacción que ellos tienen con las herramientas y contenidos dentro de una plataforma de aprendizaje LCMS.

Palabras clave– Análisis de redes sociales, e-learning, methontology, ontologías, pajek.

Abstract– Resources used in a virtual learning environment are of crucial importance for the development of activities and training students. There is currently a wide range of resources within virtual learning platforms, however is unknown if all of these resources can be used by all participants in a training process according to their learning styles. The following article aims to define an ontological model which promotes structural analysis using tools such as blogs, forums, chats, as well as different types of learning objects within Learning Content Management System platforms. To facilitate the study, Pajek was used as a tool SNA Social Net-

work Analysis. It is intended with this model to analyze the behavior of participants in virtual platforms, as well as interaction they have with tools and content within a learning platform LCMS.

Keywords– Social network analytics, e-learning, ontologies, methontology, pajek.

1. INTRODUCCIÓN

Las plataformas LCMS han sido desarrolladas para facilitar la gestión de procesos de aprendizaje, mediante la creación de cursos para compartir materiales, y realizar actividades de formación complementaria. Sin embargo, muchos de los materiales allí consignados carecen de actualizaciones o enfoques pedagógicos para su uso a partir de estilos de aprendizajes. Algunos de los factores asociados a este problema son: 1) el desconocimiento de herramientas para creación de recursos digitales con un propósito definido, 2) falta de lineamiento institucional para el desarrollo de contenidos digitales de calidad, 3) mecanismos de búsqueda poco efectivos para la localización de material relevante [1]-[5].

Autores como Currás [6], definen la ontología como un marco general, una estructura donde un catálogo, una taxonomía, puede mostrar una organización coherente. En este particular caso, para los informáticos el estudio de lo que existe incluye a su vez dominio del conocimiento, lo que se asu-

me existe, refiere a la transformación en lenguaje codificado, así mismo la descripción coherente de la realidad demanda una respuesta coherente de la realidad, este proceso es la descripción de lo que es una ontología y como es usado este concepto a nivel informático [6].

En este artículo se plantea el desarrollo de un modelo ontológico que sirva como apoyo para la recolección, organización y análisis de información asociados a los roles que desempeñan los diferentes actores dentro de una plataforma LCMS (Learning Content Management System). Como por ejemplo, los tipos de relaciones entre estos, y su efecto en el uso de los recursos u objetos de aprendizaje, así como el uso de herramientas, como foros, wikis, chats, entre otros.

Para llevar a cabo la clasificación de perfiles, se ha basado en la teoría del cerebro propuesta por Ned Hermann [7]. Este modelo sirve para diferenciar a los usuarios de una plataforma según su estilo de aprendizaje, basándose en la interacción que tiene cada uno de ellos con las herramientas y objetos del sistema.

El siguiente artículo se encuentra organizado así: La sección 2 aborda el marco teórico a partir de conceptos relacionados con Web of Trust, y Visual analytics. En la sección 3 se plantea el método utilizado para llevar a cabo el estudio. En la sección 4 se aborda el modelo ontológico planteado a partir de la metodología Methontology. La sección 5 presenta el análisis de resultados. Finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones y trabajos futuros.

2. MARCO TEÓRICO Y TRABAJOS RELACIONADOS

De acuerdo con Dodero et al. [8], uno de los principales objetivos de la ingeniería del *software* para e-learning es el diseño y desarrollo de sistemas y servicios accesibles y usables, con el objetivo de que los usuarios finales maximicen su experiencia de usuario en los sistemas de enseñanza y aprendizaje. Este objetivo solo puede conseguirse trabajando en equipos interdisciplinarios y usando metodologías ágiles centradas en el usuario, que incluyan a expertos y usuarios de las aplicaciones y servicios dentro del proceso de diseño.

En las plataformas LCMS los estudiantes están inmersos en un ambiente virtual de aprendizaje

donde pueden interactuar con otros participantes a través de diferentes herramientas tecnológicas. Hasta hace algunos años el papel que jugaban los estudiantes en estas plataformas era de espectadores y consumidores de contenidos. Ahora con el desarrollo de las herramientas SNA, se busca que las plataformas virtuales de aprendizaje tengan un comportamiento semejante al de una red social donde todos los individuos tienen diferentes interdependencias entre sí, y toda la red busca cumplir con un objetivo en común a través de la interacción entre los individuos.

2.1 Trabajos relacionados

En la literatura encontramos múltiples gamas de ontologías desarrolladas con diferentes objetivos y que describen diversas áreas. Un ejemplo de ello es la ontología FOAF9, [10], que define los tipos de relaciones entre personas, o la ontología Web Of Trust – WOT [11], que proporciona un vocabulario para manejar herramientas de criptografía de clave pública. Específicamente trabajos relacionados con niveles de confianza, podemos relacionar a [12] donde presentan un modelo de agente inteligente basado en Web de Confianza para el acceso a recursos digitales en diferentes plataformas de aprendizaje E-front y Moodle.

De acuerdo con Currás [6] la ontología se basa en unas categorías previas de conceptos que la conforman y la estructuran en cinco niveles: Mundo físico inanimado, Mundo físico animado, Mundo psicológico, Mundo social y Mundo de ideas. Así mismo, establece subniveles; objetos, sucesos, substratos, forma, relacion, determinacion, dependencia, estructura, parte, todo, unidad, multiplicidad, dimensión, continuo, discreto, identidad, diversidad, posibilidad, realidad, necesidad y cambio [6].

2.2 Criterios de medición en SNA

Para los criterios de medición dentro de SNA se debe formalizar el modelo conceptual propuesto, utilizando para ello un lenguaje formal de ontologías. Para esta formalización se definen descripción lógica y modelos basados en marcos:

- K-cores: se define como una subred en la que cada nodo tiene al menos un grado k. K-Cores detecta grupos con una fuerte densidad de enlaces. En redes de escala libre como

la web, el núcleo con el grado más alto es el núcleo central, detectando el grupo de nodos donde descansa la red [13].

- **Grado:** el número de líneas que conectan a un nodo. Estas pueden ser normalizadas (grado normalizado) por el número total de nodos en la red. En una red dirigida como la web se puede computar los enlaces entrantes (grado entrante) y los enlaces salientes (grado saliente). En Cibermetría, el grado entrante se ha señalado como indicador de la visibilidad de un dominio Web [14-15], mientras que el grado saliente es considerado como indicador de generación de tráfico.
- **Grado de intermediación:** se define como la capacidad de un nodo de mantener conectados aquellos nodos que no están directamente conectados entre sí. Mide el número de veces en el que un nodo aparece en las rutas existentes en la red. Desde un punto de vista cibernético, esta medida permite detectar pasarelas que conectan diferentes tramos de la red [16].
- **Distancia:** es el número mínimo de nodos que median entre otros dos, el promedio de todas las rutas más cortas se denomina la distancia media. Esta medida permite conocer la cohesión de la red, así si esta es corta existe una fuerte cohesión, ya que para llegar a cualquier nodo necesitamos pocos intermediarios [17].
- **Diámetro:** es el número de enlaces que distan entre los nodos más alejados entre sí. Al igual que la distancia, esta medida permite medir la cohesión de la red. El diámetro es también usado para detectar redes de mundo pequeño [18].

3. MODELO DE TRABAJO PROPUESTO

Para la definición de la ontología se utilizó Methontology [19] - [20], la cual es utilizada en el campo de la ingeniería ontológica con un ciclo de vida basado en prototipos evolutivos que especifica los pasos y actividades necesarios para la construcción y evolución de ontologías. Las cinco actividades de desarrollo definidas que se tratan en este capítulo son: Especificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y Mantenimiento.

3.1 Criterios de clasificación de recursos de aprendizaje

Para la clasificación del uso de recursos en una plataforma LCMS se tomó como referencia la teoría del cerebro completo, de Hermann, como modelo integral dentro de un proceso de aprendizaje [21]. Este modelo está compuesto por cuatro cuadrantes, dos izquierdos y dos derechos, resultantes del entrecruzamiento de los hemisferios del modelo Sperry, y de los cerebros límbico y cortical del modelo McLean de acuerdo con un análisis realizado por [22]. Los cuatro cuadrantes representan formas distintas de operar, de pensar, de crear, de aprender y, en suma, de convivir con el mundo, aun cuando se admite que el cerebro funciona como una totalidad integrada.

A partir de estos perfiles se propone un mecanismo de clasificación de recursos de aprendizaje. Para llevar a cabo esta clasificación se toma como referencia el estudio realizado por Barros [23] con el propósito de identificar el porcentaje de relación de un determinado estilo de pensamiento. Esta relación se presenta en la Tabla 2.

3.2 Criterios de evaluación de recursos de aprendizaje

Se diseñó un mecanismo de evaluación de recursos de aprendizaje, basado en el tipo de táctica, su uso esperado y el uso evaluado dentro de una plataforma, teniendo en cuenta las variables que se pueden medir dentro de una plataforma virtual de aprendizaje en un ambiente computacional. Para llevar a cabo el análisis se tomó en cuenta una asignatura Redes II del proyecto curricular Ingeniería de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se obtuvieron logs de acceso del 2015, correspondiente a un periodo de 4 meses, entre febrero y junio, con un total de 25 participantes. No se tuvieron en cuenta actividades realizadas fuera de la plataforma como lecturas impresas, o trabajos realizados por fuera del sistema.

Para cada recurso de aprendizaje se definió un término llamado "Indicador de calidad" que define el criterio con que se mide cada uno de los recursos. También se definió un criterio general llamado consulta, el cual indica que un recurso de aprendizaje es de calidad si ha sido consultado más de N veces. Estos criterios se presentan en la Tabla 3.

TABLA I
PERFIL SEGÚN 4 HEMISFERIOS

CORTICAL IZQUIERDO	CORTICAL DERECHO
El experto Lógico-analítico Basado en hechos, cuantitativo Es realista	El estratega Holístico-intuitivo Sintetizador-integrador Es idealista
LÍMBICO IZQUIERDO	LÍMBICO DERECHO
El organizador Organizado, secuencial Planeador, detallado	El comunicador Interpersonal, sentimientos Estético emocional

TABLA II
RELACIÓN DE RECURSOS DE APRENDIZAJE ASOCIADOS A ESTILOS DE PENSAMIENTO

Recurso de aprendizaje	Racional lógico	Imaginativo	Metódico formal	Emotivo social
Lectura	60	50	40	10
Álbum fotográfico	20	30	60	100
Aplicación interactiva	20	60	50	5
Cuestionario	90	10	90	5
Formato	15	5	90	5
Foro	10	10	80	2
Página Web	40	80	70	5
Presentación	30	30	80	5
Proyecto guiado	80	20	60	2
Tarea	60	30	80	2
Video	60	10	50	5
Wiki	10	10	80	2

TABLA III
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE NIVEL DE CONFIANZA PARA RECURSOS DE APRENDIZAJE

Recurso de aprendizaje	Variables	Tipo de variable	Uso esperado	Criterio (Indicador de calidad)
Lectura	Consulta	Entero	10	Número 0020 de usuarios que consultan una lectura y la terminan
	Finaliza	Porcentaje	10	
Álbum fotográfico	Consulta	Entero	10	Cantidad de usuarios que consultan las fotografías
Aplicación interactiva	Consulta	Entero	10	Número de usuarios que consultan una aplicación e interactúan con ella
	Interactúa	Porcentaje	10	
Cuestionario	Consulta	Entero	10	Número de usuarios que consulta un cuestionario y lo envía resuelto
	Resuelve	Porcentaje	10	
Foro	Consulta	Entero	10	Número de usuarios que consulta un foro y participa en el
	Participa	Porcentaje	10	
Página Web	Consulta	Entero	10	Número de abandonos de una página Web
	Permanece	Porcentaje	10	
Presentación	Consulta	Entero	10	Número de usuarios que consultan una presentación
Proyecto guiado	Consulta	Entero	10	Número de usuarios que consulta un proyecto guiado, lo realiza y entrega los resultados
	Desarrolla	Porcentaje	10	
Tarea	Consulta	Entero	10	Número de usuarios que consulta una tarea y entrega el resultado
	Entrega resultado	Porcentaje	10	
Video	Consulta	Entero	10	Número de usuarios que consulta un video y finaliza su reproducción

3.3 Niveles de confianza

El nivel de confianza de un recurso de aprendizaje está dado por el número de usuarios que cumplen con el uso esperado de dicho recurso. Se definen varios tipos de recursos de confianza de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 4, a saber: 1) Aplicación interactiva de confianza, 2) Cuestionario de confianza, 3) Foro de confianza, 4) Lectura de confianza, 5) Página Web de confianza, 6) Proyecto guiado de confianza, 7) Tarea de confianza, y 8) Video de confianza.

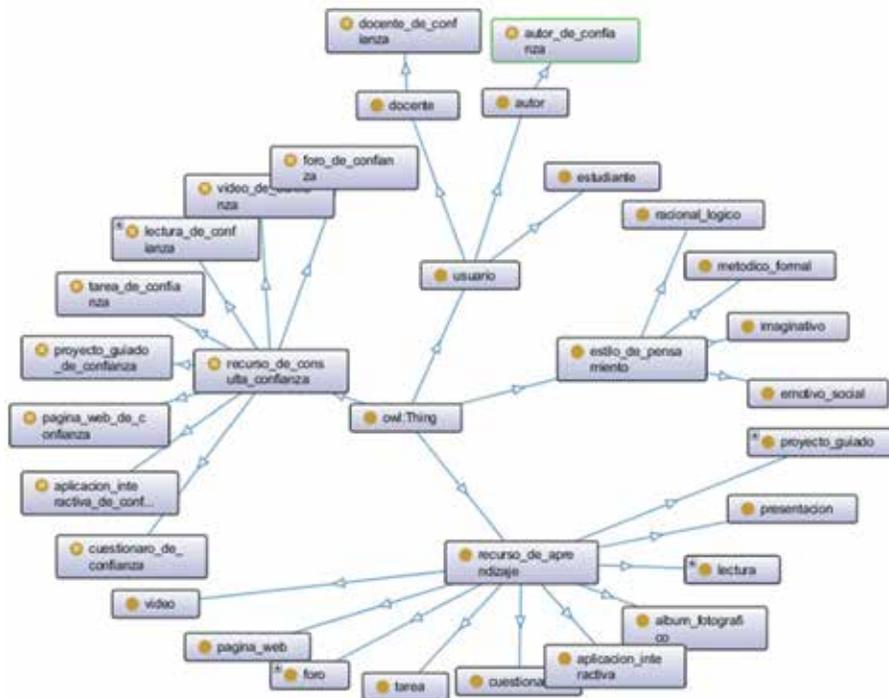
También se define un tipo de recurso llamado Recurso de consulta de confianza, este tipo de recurso cubre a todos los demás y solo cumple con

el número de consultas esperadas. Finalmente, se define la clase autor de confianza como aquel que ha creado mínimo 20 recursos de consulta de confianza y mínimo 5 recursos de confianza de alguno de los tipos. La Fig. 1 presenta la taxonomía de conceptos a partir de los criterios definidos en esta sección.

3.4 Definición de reglas

A partir de la definición de taxonomía de conceptos se plantean las reglas que permitirán validar la ontología. En las tablas 4 al 6 se definen estas reglas.

Fig. 1. DEFINICIÓN DE TAXONOMÍA DE CONCEPTOS



Fuente: los autores.

TABLA IV
DESCRIPCIÓN DE REGLA PROPIEDAD "COMPORTE"

Nombre de la regla	Propiedad comparte
Descripción	Asignación de la propiedad comparte entre usuarios que utilizan un mismo recurso
Expresión	consulta(?x, ?y) ^ es_consultado_por(?y, ?z) -> comparte(?x, ?z)
Conceptos	Usuario
Atributos	
Relaciones	Consulta Es consultado_por comparte
Variables	?x, ?y, ?z

TABLA V
DESCRIPCIÓN DE REGLA “ESTILOS DE PENSAMIENTO”

Nombre de la regla	Consulta de Estilos de pensamiento
Descripción	Consulta SQWRL que da los valores de cada estilo de pensamiento para los usuarios
Expresión	usuario(?y) ^ recurso_de_aprendizaje(?x) ^ consulta(?y, ?x) ^ nombre(?y, ?n) ^ favorece_imaginativo(?x, ?i) ^ favorece_emotivo_social(?x, ?e) ^ favorece_racional_logico(?x, ?r) ^ favorece_metodico_formal(?x, ?m) -> sqwrl:selectDistinct(?n) ^ sqwrl:avg(?i) ^ sqwrl:avg(?e) ^ sqwrl:avg(?r) ^ sqwrl:avg(?m) ^ sqwrl:columnNames("Usuario", "Imaginativo", "Emotivo Social", "Racional Logico", "Metodico Formal")
Conceptos	Usuario recurso_de_aprendizaje
Atributos	Nombre favorece_imaginativo; favorece_emotivo_social; favorece_racional_logico; favorece_metodico_formal
Relaciones	consulta
Variables	?e, ?i, ?m, ?n, ?r, ?x, ?y

TABLA VI
DESCRIPCIÓN DE REGLA CONSULTA “RELACIÓN COMPARTE”

Nombre de la regla	Consulta relación comparte
Descripción	La primera regla define la propiedad comparte entre estudiantes, pero por el tamaño de los datos, ocurre un error de memoria. Por esto se usa esta consulta.
Expresión	usuario(?y) ^ usuario(?z) ^ recurso_de_aprendizaje(?x) ^ consulta(?y, ?x) ^ consulta(?z, ?x) ^ nombre(?y, ?n1) ^ nombre(?z, ?n2) -> sqwrl:selectDistinct(?n1) ^ sqwrl:selectDistinct(?n2)
Conceptos	Usuario recurso_de_aprendizaje
Atributos	Nombre
Relaciones	Consulta
Variables	?x, ?y, ?z, ?n1, ?n2

A partir de estos criterios, a continuación en la Sección 4 se define el modelo ontológico propuesto.

4. MODELO ONTOLÓGICO PROPUESTO

En esta Sección se define el modelo ontológico propuesto a partir de los criterios definidos en la Sección 3. Para definir este modelo, se lleva a cabo la construcción de una Ontología para definir niveles de confianza de objetos de aprendizaje con base en el uso de estos por parte de los

usuarios de un sistema E-learning. Para definir esta ontología se delimitan varios aspectos, entre ellos: i) jerarquía de conceptos, ii) relaciones binarias entre conceptos y iii) aplicación de reglas de inferencia definidas en Sección 3.

4.1 Jerarquía de conceptos

La Fig. 2 presenta la taxonomía de conceptos inferida después de cargar la ontología en *Protege* y ser procesada por el razonador Pellet. El diagrama no contiene individuos para facilitar la visualización.

Fig. 2. TAXONOMÍA DE CONCEPTOS INFERIDA



Fuente: los autores.

4.2 Relaciones binarias inferidas por Protege

A partir de las reglas definidas en la Sección 3, se plantean las relaciones binarias establecidas entre entidades tal como se presenta en la Fig. 3.

4.3 Definición de reglas

Para la definición de reglas se utiliza el plugin swrltab-plugin, que viene por defecto con la versión 5.24 Beta de Protege. Se activan las pestañas SWRL y SQWRL para ingresar las reglas. Se pueden tener reglas para definir propiedades y relaciones cuando se usa el razonador, o reglas para realizar consultas sobre los individuos de la ontología. Las variables se definen con signo de

interrogación (?x) y las reglas se deben definir de la forma:

Antecedente → Consecuencia

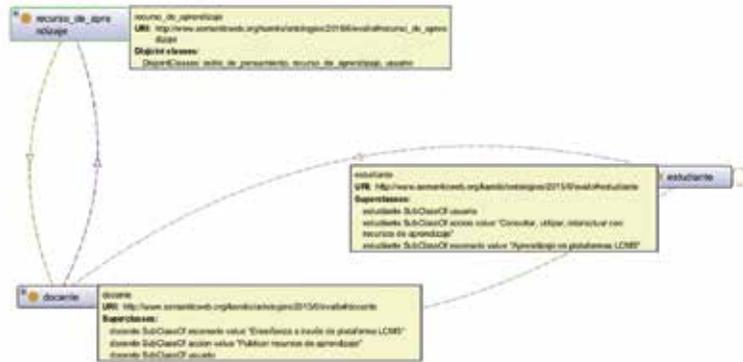
Ejemplo de la definición de regla “publica” se presenta en (1)

$$\text{publica}(?x, ?y) \wedge \text{es_consultado_por}(?y, ?z) \rightarrow \text{enseña}(?x, ?z) \quad (1)$$

4.4 Definición de niveles de confianza para autores

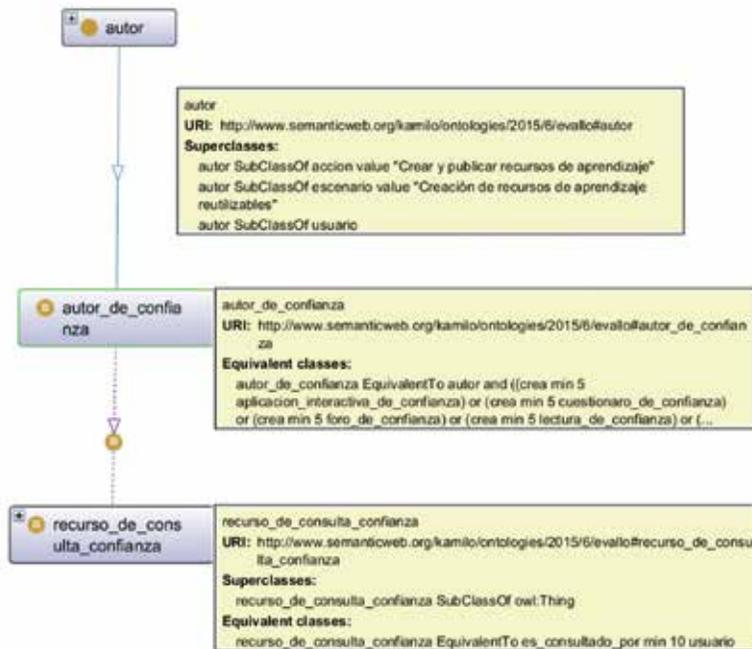
Finalmente, en Protege se definen los niveles de confianza con el propósito de darles un peso para determinar el uso de cada uno. En la Fig. 4 se muestra un ejemplo de esta definición.

Fig. 3. EXTRACTO, RELACIONES BINARIAS INFERIDAS POR PROTEGE



Fuente: los autores.

Fig. 4. DEFINICIÓN DE NIVELES DE CONFIANZA PARA AUTORES



Fuente: los autores.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 Importación de archivos a Pajek

Para visualizar la ontología en Pajek se crean una serie de archivos .net y .vec que describen la red por interpretar. Estos archivos se crean a partir de los resultados de las consultas realizadas en Protege a través de SQWRL. Para la creación de dichos archivos se definen vértices: para el caso de estudio los vértices son los usuarios y los recursos de aprendizaje de la ontología, los cuales

se numeran de 1 al total de usuarios y recursos de la ontología. Las líneas que empiezan por *Arcs, definen que a partir de ahí se describirán los arcos que en este caso describen las relaciones entre usuarios y recursos. El extracto del código dice que hay cuatro grupos de arcos para cuatro relaciones.

En (2) se presentan los grupos de arcos definidos para análisis, por tanto las cuatro columnas de las líneas siguientes definen: vértice de origen, vértice de destino, grosor y color de la línea.

*Arcs 1 "Consulta" *Arcs 2 "Realiza" *Arcs 3 "Desarrolla" *Arcs 4 "Participa" (2)
 75 157 1 c Grey 19 105 1 c Cyan 75 130 1 c Blue 75 189 1 c Magenta

Los archivos .vec son utilizados para definir propiedades numéricas de los vértices, y su estructura se presenta en (3) mediante la definición de vértices.

*vertices 268
 49.7 57.3 51.6 (3)

La primera línea especifica la cantidad de vértices, y las siguientes líneas el valor de la propiedad. Se debe especificar un valor en cada línea para todos los vértices definidos en el archivo .net. Dentro del análisis se definieron cuatro archivos de vectores: i) metodico_formal.vec, ii) Imaginativo.vec, iii) racional_logico.vec y iv) emotivo_social.vec. Para efectos de análisis se presentarán los más representativos de acuerdo con resultados obtenidos en la siguiente sección.

5.2 Análisis SNA a través de Pajek

Después de exportar las consultas SQWRL a archivos csv y crear un archivo de redes para Pajek se tiene una vista de la relación entre usuarios y recursos como una red social. El software Pajek

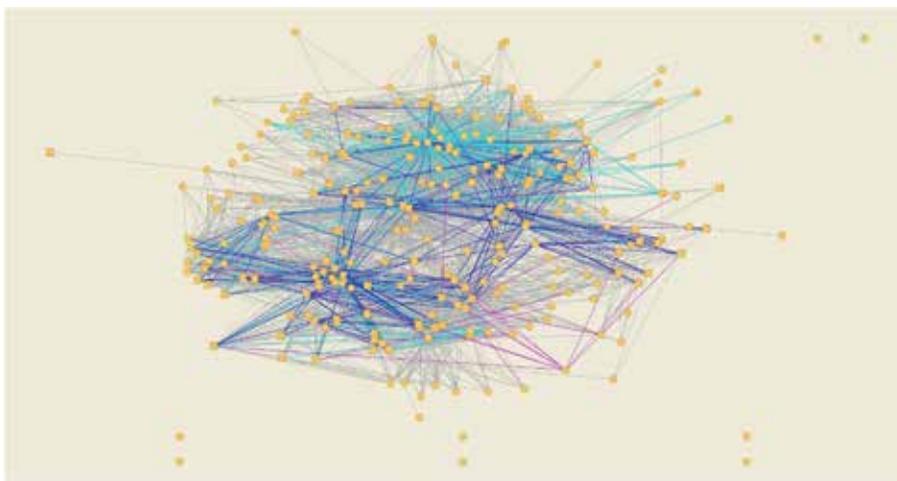
permite tener una vista de la red con respecto a cada estilo de pensamiento utilizando un archivo de vectores para cada estilo de pensamiento. Un ejemplo de ello se presenta en la figura 5 y 6.

En la figura 5, se puede observar la representación de los datos de la ontología como una red social utilizando las convenciones definidas en figura 6.

En las figuras 7 y 8, se puede observar el comportamiento de la red para cada uno de los estilos de pensamiento. El tamaño de los cuadrados indica que tanto maneja un usuario un estilo de pensamiento según los recursos de aprendizaje que consulta y el tamaño de los círculos indica que tanto favorece el recurso de aprendizaje al estilo de pensamiento estudiado. Todos los gráficos tienen la misma proporción, por lo tanto se puede deducir que en general la red tiene un mejor manejo de los estilos de pensamiento racional lógico y metódico formal.

Finalmente en la figura 9 se puede identificar el núcleo central corresponde al de color rosado en la esquina superior derecha y los labels corresponden a número de vértice.

Fig. 5. VISUALIZACIÓN DE LA RED EN PAJEK CON LABELS



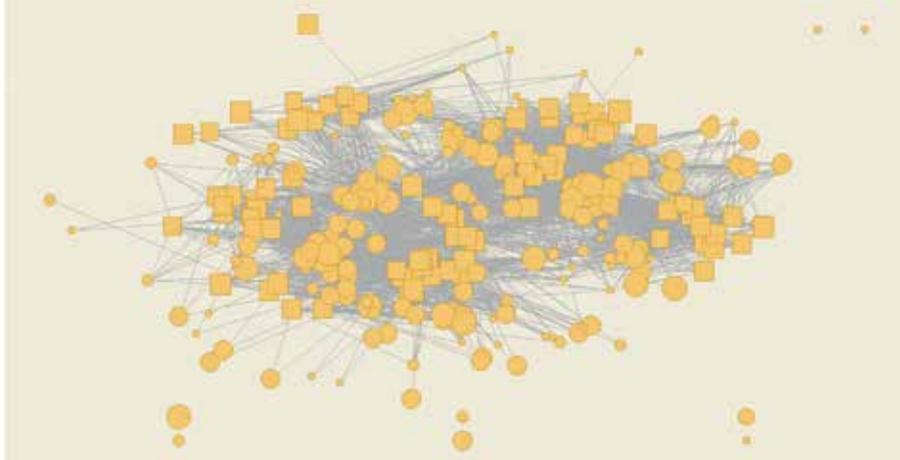
Fuente: los autores.

Fig. 6. CONVENCIONES UTILIZADAS EN PAJEK PARA LA RED



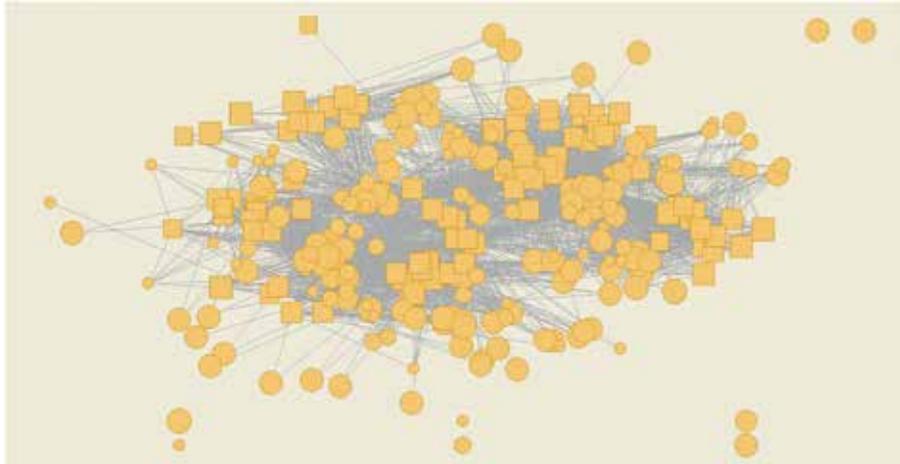
Fuente: los autores.

Fig. 7. VISUALIZACIÓN DE LA RED EN PAJEK CON EL VECTOR DEL ESTILO DE PENSAMIENTO RACIONAL LÓGICO



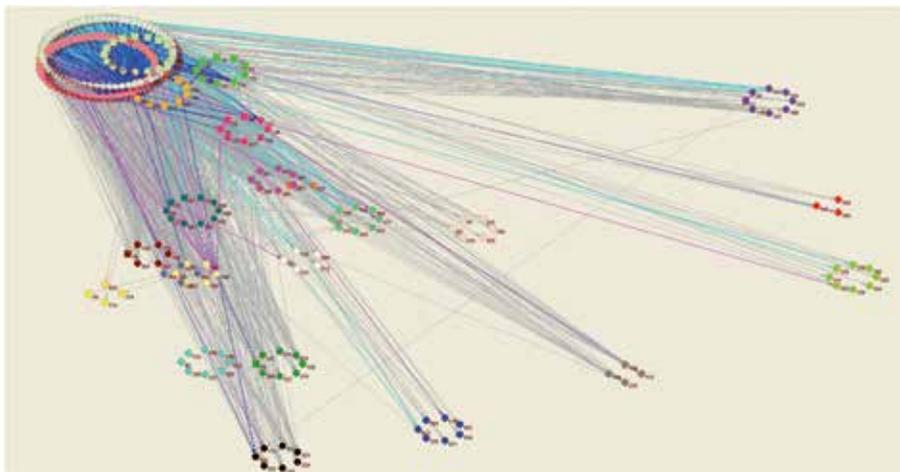
Fuente: los autores.

Fig. 8. VISUALIZACIÓN DE LA RED EN PAJEK CON EL VECTOR DEL ESTILO DE PENSAMIENTO METÓDICO FORMAL



Fuente: los autores.

Fig. 9. GRÁFICA DE NÚCLEOS K-CORE



Fuente: los autores.

6. CONCLUSIONES

Los Roles identificados dentro de la plataforma para el escenario de enseñanza a través de una plataforma online fueron Autor, Docente y Estudiante, los dos primeros crean y publican recursos de aprendizaje, y los estudiantes consumen estos recursos con diferentes tipos de interacciones dependiendo del tipo de recurso. Respecto a la clasificación de recursos de acuerdo a estilos de aprendizaje, para el caso de estudio en particular, de acuerdo a la clasificación de recursos de aprendizaje según [23], donde se asignó un valor de favorabilidad de cada tipo de recurso a un estilo de pensamiento donde cada tipo de recurso favorece en menor o mayor medida a cada estilo de pensamiento. Por tanto, no fue posible establecer qué tipo de recurso fue desfavorable para algún tipo de estilo de aprendizaje. Los resultados obtenidos a partir del análisis SNA, reflejaron que la gran mayoría de participantes solo consultaron los recursos, pero no interactuaron con ellos. Se encontraron cuatro participantes que usaron los recursos 2 veces más que todos los demás usuarios analizados, y sobre estos descansa la red generada. Se realizaron las medidas de centralidad menos la distancia y el diámetro de la red debido a que el grafo resultante fue multígrafo y no conexo.

Por medio de la ontología se definieron reglas para clasificar a los usuarios y recursos de aprendizaje, y definir las relaciones entre ellos de acuerdo al uso de estos recursos. Los resultados de las asociaciones se obtuvieron gracias a las inferencias realizadas por el razonador Pellet y a las consultas SWRL realizadas con el plugin SWRL Tab de Protege. Como aporte significativo se resalta la definición de una estrategia de análisis de comportamientos de usuarios utilizando para ello herramienta de análisis de redes sociales Pajek. Este método permitió corroborar la ontología planteada.

Como trabajo futuro se plantea la evaluación de la influencia del docente en una plataforma LCMS, según su estilo de pensamiento a través de SNA, así como la clasificación de recursos de aprendizaje según estilos de pensamiento, mediante un sistema de seguimiento de actividad usuarios en una plataforma LCMS, en tiempo real utilizando tecnologías NodeJs, JS, y Html 5.

REFERENCIAS

- [1] D. Martín-Moncunill, S. Sánchez-Alonso, P. A. Gaona-García, & N. Marianos, "Applying visualization techniques to develop interfaces for educational repositories: the case of Organic. Lingua and VOA3R". *Paper presented at the Proceedings of the Learning Innovations and Quality: The Future of Digital Resources*, Rome, May 2013.
- [2] D. Martín-Moncunill, P. A. Gaona-García, E. García-Barriocanal, S. Sánchez-Alonso, "Selección y uso de mecanismos de búsqueda en repositorios de objetos de aprendizaje: el caso de Organic.Edunet". Versión Abierta Español - Portugués de la *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, Sociedad de Educación del IEEE, vol. 3, Iss:2, 2015.
- [3] P. A. Gaona-García, D. Martín-Moncunill, S. Sánchez-Alonso, & A. Feroso, "A usability study of taxonomy visualisation user interfaces in digital repositories." *Online Information Review*, vol 38 (2), pp. 284-304. doi:10.1108/OIR-03-2013-0051, 2014.
- [4] P. A. Gaona-García, S. Sánchez-Alonso, & C. E. Montenegro, "Visualization of information: a proposal to improve the search and access to digital resources in repositories". *Journal Ingeniería e Investigación*, vol 34 (1), pp. 83-89, 2014.
- [5] P. A. Gaona-García, G. Stoitsis, S. Sanchez-Alonso, K. Biniari, *An exploratory study of user perception in visual search interfaces based on SKOS*. Knowledge Organization. In press.
- [6] E. Currás. *Ontologies, taxonomies and thesauri: construction manual*. Gijón, Spain: Trea, 2005.
- [7] N. Hermann. *The theory behind the HBDI and Whole Brain technology*. Accessed 06/04/16. Lake Lure, NC:Herrmann International <http://www.hbdi.com/Resources/Articles/index.cfm>. 1999
- [8] J. M. Doderó, C. García-Peñalvo, P. González, Moreno-Ger, A. Redondo, Sarasa-Cabezuelo, "Desarrollo de Soluciones para E-Learning: Diferentes Enfoques, un Objetivo Común". *IEEE VAEP-RITA*, vol. 1, pp. 113-122, 2013.
- [9] D. Brickley and L. Miller, *FOAF Vocabulary Specification*. Accessed 06/04/16 <http://xmains.com/foaf/0.1/>. 2005.
- [10] M. Graves, A. Constabaris & D. Brickley, "FOAF: Connecting people on the semantic web". *Cataloging and Classification Quarterly*, vol 43 (3), pp. 191-202. doi:10.1300/J104v43n03_11, 2007.
- [11] D. Trček. *Trust management methodologies for the web*. doi:10.1007/978-3-642-23032-5_9, 2011.

- [12] P. A. Gaona-García, C. E. Montenegro, E. E. Gaona, "Model of learning objects exchange between LCMS platforms through intelligent agents". *Ingeniería y Universidad*, vol 19, (2), pp. 391-413. doi:10.11144/Javeriana.iyu19-2.mloe, 2015.
- [13] S. Seidman, "The end of sociological theory". *The post-modern turn: New perspectives on social theory*, pp. 119-139, 1994.
- [14] V. Cothey, "Some preliminary results from a link-crawl of the European Union research area web". P. Ingwersen, B. Larsen (Eds.), *Proceeding of the 10th international conference of the international society for scientometrics and informetrics*, Karolinska University Press, Stockholm, 2005.
- [15] H. Kretschmer & T. Kretschmer, "A new centrality measure for social network analysis applicable to bibliometric and webometric data". *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, vol 1 (1), pp. 1-7, 2007.
- [16] P. Ingwersen. "The calculation of web impact factors". *Journal of documentation*, vol 54 (2), pp. 236-243, 1998.
- [17] A. Broder, R. Kumar, et al., "Graph structure in the Web". *Computer networks*, vol 33 (1), pp. 309-320, 2000.
- [18] L. Björneborn, "Small-world linkage and co-linkage". Paper presented at the Proceedings of the ACM Conference on Hypertext, pp. 133-134, 2001.
- [19] M. Fernández, A. Gómez-Pérez, N. Juristo, "METHONTOLOGY: from ontological art towards ontological engineering". In: *Proceedings of AAAI97 spring symposium series, workshop on ontological engineering*, Stanford, CA, pp. 33-40, 1997.
- [20] M. Fernández, A. Gómez-Pérez, A. P. Sierra, J. P. Sierra, "Building a chemical ontology using METHONTOLOGY and the ontology design environment". *IEEE Intell Syst.*, vol 14 (1), pp. 37-46. 1999.
- [21] N. Remolina, et al., "Incidence of emotional intelligence in the learning process". *NOVA publ. Cient.*, vol 9 (15), 2011.
- [22] B. Velásquez, N. Remolina, et al., *El cerebro: un mundo de posibilidades para el aprendizaje*. Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2006.
- [23] R. Barros, et al., "Diseño de instrumentos didácticos para aprendizaje activo basado en teoría de colores". *Revista Educación en Ingeniería*, vol 3 (5), pp. 11-18, 2008.