

REPRESENTACIÓN ONTOLÓGICA DE PERFILES DE ESTUDIANTES PARA LA PERSONALIZACIÓN DEL APRENDIZAJE

ONTOLOGICAL REPRESENTATION OF STUDENTS PROFILES FOR PERSONALIZING LEARNING

Néstor Darío Duque Méndez

Universidad Nacional de Colombia, Manizales (Colombia)

Demetrio Arturo Ovalle Carranza y Mauricio Giraldo Ocampo

Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia)

Resumen

La educación virtual se ha masificado pero requiere personalizar los contenidos y actividades utilizados en procesos de enseñanza-aprendizaje, debido a la diferencia en la forma de aprender de cada individuo. El uso de ontologías contribuye a la esquematización de conceptos y al intercambio de información, con el fin de inferir nuevo conocimiento en la solución de problemas dentro de un dominio específico. Este artículo propone utilizar una modelación ontológica para la personalización del aprendizaje, incluyendo los perfiles de estudiantes, siguiendo la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner y utilizando una ontología de dominio, que permite representar el conocimiento empleado en plataformas virtuales de aprendizaje. El prototipo se validó mediante una simulación que, partiendo del modelo ontológico, infiere los tipos de inteligencia y recomienda los contenidos más adecuados. Los resultados demuestran la eficacia de utilizar la modelación ontológica en la personalización del aprendizaje.

Palabras claves: inteligencias múltiples, ontologías, perfiles de estudiante, personalización de cursos virtuales.

Abstract

Virtual education has become very popular but requires at the same time to personalize contents and activities used in teaching-learning processes. This is due to the fact that individuals learn in different ways. The use of ontologies contributes to the concept outlining and information exchange in order to infer new knowledge while solving problems within a specific domain. This article proposes to use an ontological modeling for learning personalization that involves students' profile according to the multiple intelligence theory by Howard Gardner as well as to use a domain ontology that helps

to represent knowledge in virtual learning platforms. The prototype validation was performed using a simulation that based on the ontological model infers the kinds of intelligence and recommend the most appropriate content to students. The results demonstrate the effectiveness of using ontological modeling in learning personalization.

Keywords: multiple intelligences, ontology, student profiles, personalization of virtual courses.

Introducción

Uno de los retos que tiene la comunidad de investigadores en el campo de la educación tiene que ver con la personalización de la educación, que significa reconocer las características propias de cada estudiante para generar con ello una mayor apropiación de los conocimientos. Un factor central en el proceso de personalización en ambientes de e-learning es la definición de los perfiles de aprendizaje, ya que estos reflejan las características, preferencias y necesidades que posee cada estudiante, y permite una mejor adaptación del material educativo disponible (Yaghmaie et al., 2011) Otro elemento sustancial es la necesidad de la representación del conocimiento de manera ordenada, para lo cual la creación de ontologías ofrece una importante alternativa, mediante la cual es posible representar el conocimiento de dominio del tema sobre el que se está trabajando, con la definición de términos, conceptos, relaciones y jerarquías de una forma que las máquinas lo puedan entender, lo que hace este conocimiento más fácil de procesar, compartir y reusar (Dung et al., 2012).

Así mismo, con la identificación de perfiles de estudiantes la asignación de recursos educativos se realiza de manera más apropiada y orientada a la efectividad del proceso de aprendizaje. Una de las clasificaciones clásicas de los aprendices propuestas en la literatura es la de Howard Gardner (2001), en la cual se establecen siete tipos de inteligencia: musical, cinético-corporal, lógico-matemática, lingüística, espacial, interpersonal e intrapersonal. Cada una está definida por una serie de características conductuales, psicológicas, de capacidades y demás habilidades de una persona, con lo cual se logra caracterizar y clasificar al individuo en una o varias de ellas.

El objetivo de este artículo es especificar y desarrollar una ontología basada en la caracterización de

estudiantes, de acuerdo con los tipos de inteligencia mencionados, que permita realizar recomendaciones del material educativo más conveniente para el aprendizaje y propiciar la educación personalizada, definiendo actividades según las necesidades y preferencias, lo cual potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: en la segunda sección se contextualizan las ontologías y la teoría de las inteligencias múltiples planteada por Howard Gardner. En la tercera se presenta el estado del arte de algunos trabajos de investigación afines y se revisan sus puntos fuertes y por mejorar. En la cuarta se describen las herramientas utilizadas para el desarrollo de la propuesta; en la quinta se introduce la ontología propuesta; en la sexta se presentan los resultados obtenidos durante la simulación y por último, en la séptima, se mencionan las conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros.

Marco conceptual

A continuación se presentan los principales conceptos y áreas relacionadas con la investigación.

Ontologías

Las ontologías formales y declarativas se definen como la representación formal de los conceptos y las relaciones que existen entre ellos en un dominio específico, lo que permite identificar el conocimiento esencial del dominio modelado (Gaeta et al., 2009; Faria et al., 2014), mediante el cual, a partir de la definición de reglas, es posible inferir nuevo conocimiento, ayudando no sólo a simplificar la representación del mismo sino también a descubrir información útil para el dominio para el que se construyó la ontología. Por esto las ontologías son

una solución interesante para la representación de los estilos de aprendizaje, mediante los cuales se caracteriza la forma como cada estudiante puede apropiarse mejor de los conocimientos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, uno de los problemas de desarrollar ontología de dominio es que pueden existir muchas posibilidades para el diseño de la misma, ya que es casi imposible especificar en la ontología todos los aspectos de un dominio (Wu et al., 2014), por lo cual el diseñador de la ontología debe seleccionar los conceptos y relaciones que de acuerdo con su comprensión subjetiva del problema puedan modelarse por medio de la ontología (Burov, 2014).

Personalización

Cakula et al. (2013) definen la personalización como la adaptación de la experiencia de aprendizaje a cada estudiante, todo ello mediante el análisis del conocimiento, las habilidades y las preferencias de aprendizaje de cada individuo. En general, la personalización en el contexto computacional se refiere a la habilidad de los sistemas y aplicaciones para adaptarse a las necesidades del usuario.

Cada estudiante puede contar con diversas formas de adquirir los conocimientos en el proceso educativo. Por esto es necesaria la personalización para ayudar al estudiante a aprender. La personalización del proceso de enseñanza-aprendizaje puede ser conducido y construido siguiendo diferentes teorías que han sido formuladas después de grandes esfuerzos de investigación (Kurilovas et al., 2014; Sahabudin et al., 2013; Dascalu et al., 2015).

Inteligencias múltiples

Howard Gardner (2007) define la inteligencia como la capacidad para solucionar y generar nuevos problemas y crear productos u ofrecer servicios en un ámbito cultural, y propone siete inteligencias, las cuales se describen a continuación.

Inteligencia lingüística

Se caracteriza por la capacidad de comprender las palabras de manera más fácil, narrar historias, describir hechos, sacar conclusiones, tomar decisiones, expresar opiniones, escuchar a los demás, escribir de forma

coherente, leer con gran capacidad de comprensión y hacer rimas.

Inteligencia musical

Está determinada por la enorme capacidad para escuchar, cantar, interpretar instrumentos, crear música, analizar sonidos, diferenciar ritmos y frecuencias, crear tonos, realizar actividades de concentración y atención y recordar melodías.

Inteligencia cinético-corporal

Se refiere a la capacidad de crear objetos, realizar actividades de expresión corporal como el baile y trabajos creativos de construcción; ejecutar acciones que requieren fuerza, pensamiento rápido, coordinación ojo-mano, equilibrio y control de movimientos, es decir, se evidencia gran control sobre los músculos del cuerpo.

Inteligencia lógico-matemática

Está definida por la capacidad de analizar problemas y situaciones; efectuar cálculos numéricos, estadísticos y presupuestales; identificar modelos; formular y verificar hipótesis utilizando el método científico, y realizar razonamiento inductivo y deductivo.

Inteligencia espacial

Se caracteriza por la capacidad de realizar estudios con gráficos e imágenes; crear cuadros y esquemas; ubicarse en el espacio; elaborar mapas conceptuales, mentales y cartesianos, planos y croquis; presentar ideas visualmente; generar imágenes mentales; percibir detalles visuales; dibujar y confeccionar bocetos hábilmente.

Inteligencia intrapersonal

Se reconoce por la capacidad de plantearse metas y evaluar fortalezas y desventajas personales; la habilidad para controlar los pensamientos propios, y el buen desempeño en los negocios y el trabajo individual.

Inteligencia interpersonal

Por último, esta inteligencia está caracterizada por la capacidad de realizar actividades reflexivas y de razonamiento, aconsejar, moderar grupos, trabajar

con gente, ayudar a otros a identificar y superar problemas, con la facilidad de organizar y actuar en equipo.

Además de lo mencionado, es importante aclarar que Gardner (2007) no pretende encasillar a un individuo en una sola inteligencia, sino que éste puede tener características de varias de ellas, entre las cuales algunas prevalecen.

Trabajos relacionados

Nganji et al. (2013) proponen un sistema de ontologías para personalizar el aprendizaje virtual en personas con discapacidades y sin ellas. El sistema fue denominado Ontodaps (Ontology-Driven Disability-Aware Personalised E-Learning System) y consiste en que, por medio de la personalización de los recursos de aprendizaje, le da el control al aprendiz para que pueda elegir los recursos a los que desea acceder. Lo anterior contribuye al autoaprendizaje. Además, esta investigación muestra que es posible producir sistemas accesibles y utilizables por los estudiantes con discapacidad.

Por su parte, Yang et al. (2013) presentan un sistema de aprendizaje adaptativo desarrollado a partir de múltiples dimensiones de características personalizadas. Este sistema toma como referencia el modelo de Felder-Silverman para la clasificación de los estilos de aprendizaje. Fue probado en un conjunto de estudiantes distribuidos aleatoriamente en dos grupos, uno de los cuales llevó a cabo su proceso de aprendizaje utilizando el sistema adaptativo propuesto, mientras que el otro aprendió con un sistema convencional. Los resultados mostraron que el grupo que usó el sistema adaptativo consiguió resultados significativamente superiores. Sin embargo, dado que el grupo de prueba fue pequeño (54 estudiantes) no se pueden generalizar aún los resultados para posteriores ensayos.

Yarandi et al. (2013) proponen un enfoque basado en ontologías para desarrollar un sistema de e-learning adaptativo con diseño de contenido semántico y adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje a las necesidades individuales del aprendiz. La particularidad del enfoque radica en la personalización basada en sus habilidades, estilo de aprendizaje, preferencias y nivel de conocimiento. Además, el perfil de usuario

ontológico se actualiza basándose en las habilidades alcanzadas por el aprendiz. El sistema reconoce los cambios en el nivel de conocimiento del aprendiz y lo toma como su progreso, con lo cual el modelo se actualiza.

Los trabajos revisados muestran la necesidad de seguir profundizando en la construcción de modelos y sistemas que permitan personalizar los recursos de educación virtual y así mejorar los procesos de *e-learning*. El trabajo que se presenta en este artículo se propone contribuir con la construcción de una ontología que permita la recomendación de recursos educativos digitales a estudiantes mediante la inferencia de los tipos de inteligencia que se presentan en éstos. Dichas inteligencias se deducen de las características comportamentales y actitudinales presentes en cada individuo.

Construcción de la ontología

Con el desarrollo de la web semántica, el uso de ontologías como un formalismo para la descripción de conocimiento e información, que puede ser fácilmente compartida en la web, se está volviendo una práctica común. La utilización del lenguaje web de ontologías (OWL por sus siglas en inglés) está impulsando esta tendencia hacia su aplicación a gran escala en diferentes dominios. Además, es importante para las ontologías contar con un lenguaje que sirva para la formalización de la capa lógica, en la que el lenguaje de reglas para la web semántica (SWRL por sus siglas en inglés), representa un gran avance (Vesin, et al., 2012). La estandarización de estos lenguajes para la creación de ontologías proporciona una base muy sólida sobre la cual se puedan desarrollar diversos proyectos, reutilizando los modelos creados anteriormente. A continuación se describen las herramientas utilizadas para construir el prototipo de la ontología propuesta, con sus respectivas reglas de inferencia.

SWRL

Es un lenguaje construido para la creación de reglas de inferencia sobre ontologías OWL. Está basado en OWL y en el lenguaje de marcado de reglas y fue propuesto por la W3C como candidato para ser

el estándar en la formalización de expresiones de las reglas en el contexto web (Vesin et al., 2012). Con este lenguaje es posible inferir información a partir del conocimiento que fue declarado en la ontología OWL, lo que ayuda a la automatización de los procesos de descubrimiento de información sobre un dominio específico.

Protégé

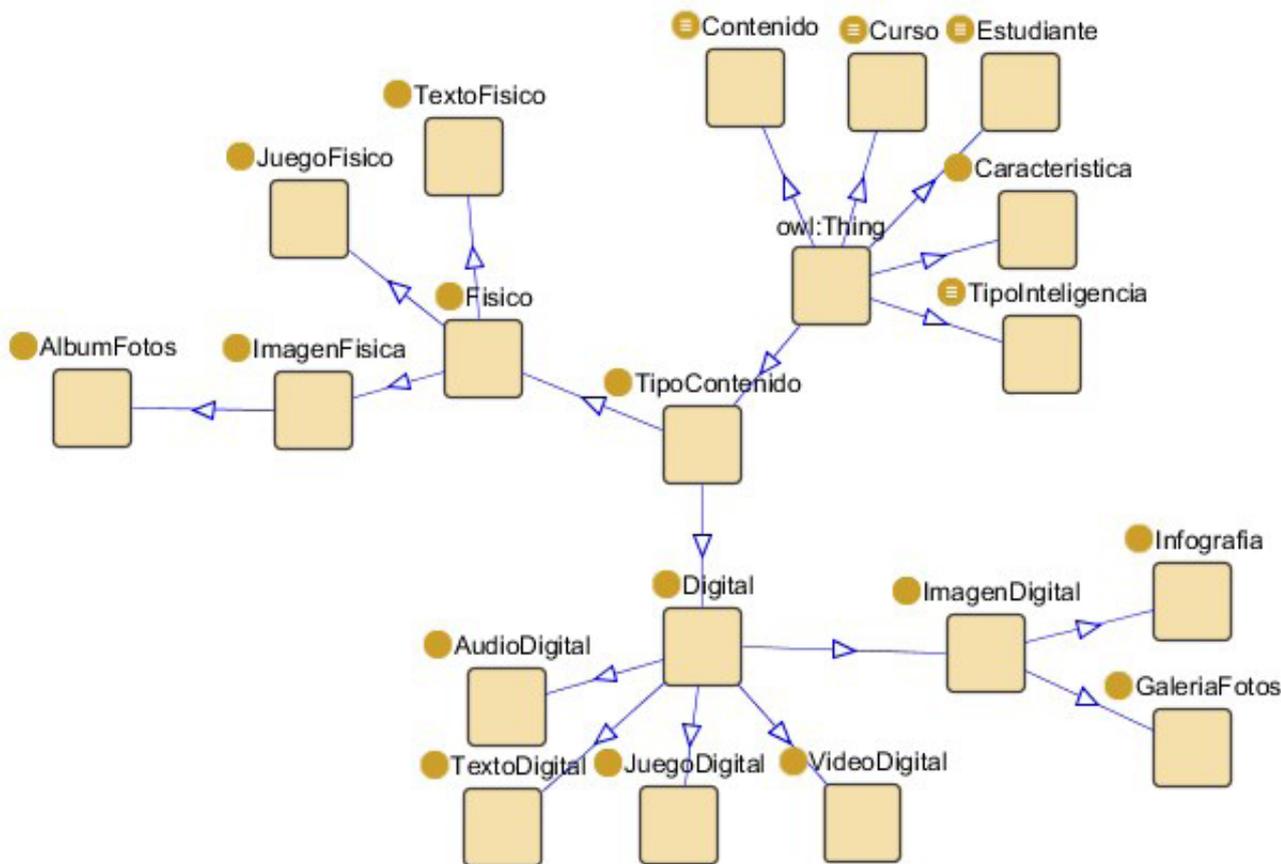
Es una plataforma de código abierto que provee un conjunto de herramientas para la construcción de modelos de dominio y aplicaciones basadas en conocimiento con ontologías (Protégé, 2014). Mediante esta herramienta se representa el conocimiento; además, con la utilización de *plugins* es posible crear reglas SWRL y SQWRL para

interrogar la ontología a partir del conocimiento que ésta alberga.

Representación ontológica propuesta

En esta sección se realiza una descripción detallada sobre la ontología, con la cual se da un enfoque a la personalización del aprendizaje mediante la caracterización de los aprendices en los tipos de inteligencia propuestos por Howard Gardner. Con esto se intenta una aproximación inicial, con la cual se logren recomendaciones de recursos educativos que pueden ser utilizados para personalizar el aprendizaje y obtener una mayor apropiación del conocimiento involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 1. Diagrama de la ontología propuesta

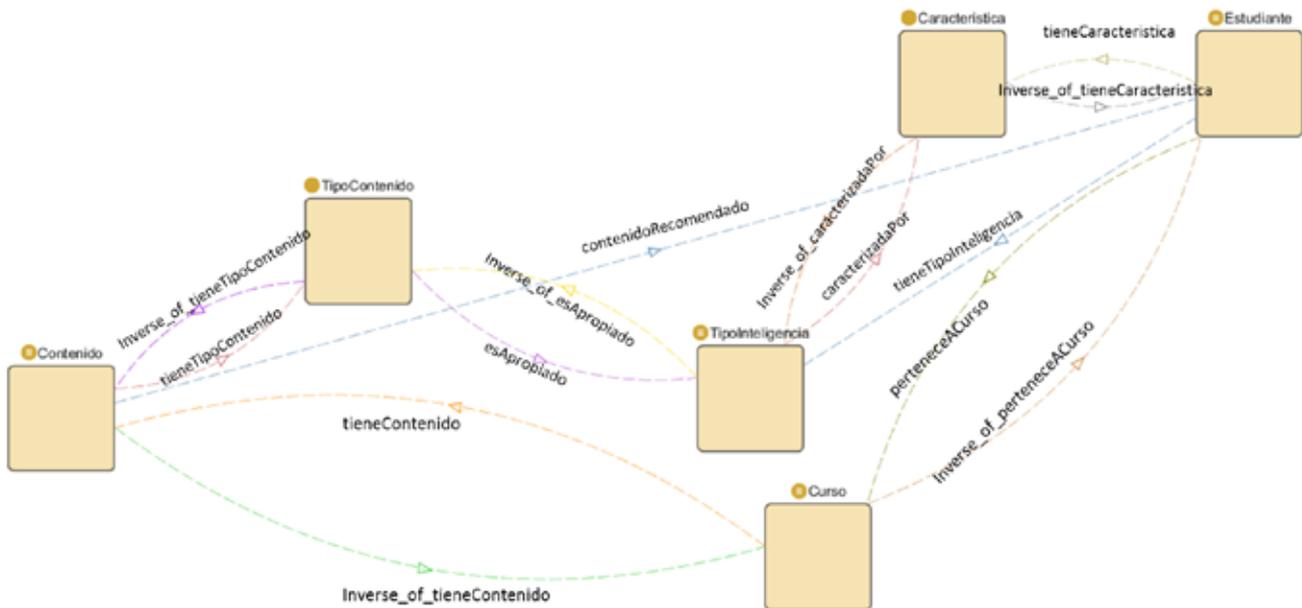


En la figura 1 se aprecia la estructura que tiene el modelo propuesto, en la que se consideran las características de cada tipo de inteligencia y su respectiva asociación a los estudiantes. Mediante el modelo construido en la ontología se puede recomendar una serie de contenidos educativos, los cuales se van a seleccionar de acuerdo con el tipo de inteligencia inferido por dicha ontología.

De igual manera, en la figura 1 se observa una serie de conceptos como contenido, característica,

curso, estudiante, tipo de inteligencia y tipo de contenido, mediante los cuales se especifica la ontología. Adicionalmente se ven las relaciones es-un entre los conceptos definidos y para cada uno se deben especificar las instancias (una instancia hace referencia a una representación real de un concepto), con el fin de efectuar una simulación del funcionamiento de la ontología que permita hacer inferencias tomando los axiomas precisados.

Figura 2. Relaciones definidas en la ontología



En la figura 2 se aprecian las relaciones entre los conceptos definidos en la ontología, que son de suma importancia por cuanto permiten identificar las asociaciones existentes entre los conceptos, con lo cual se define parte del conocimiento que quiere ser representado por la ontología. A partir de la definición de estas relaciones en la ontología también se puede inferir nuevo conocimiento, lo que disminuye el esfuerzo humano y posibles errores en el proceso.

En esta ontología es necesario definir reglas SWRL, con las cuales se infiere información útil en el proceso de personalización de educación para los estudiantes involucrados. En la figura 3 se muestra la regla mediante la cual, a partir de las características que se asocian a los estudiantes, se infiere qué tipo de inteligencia se logra asociar a éste. Por otro lado, teniendo en cuenta

las inferencias hechas por esta regla, se define otra, que se muestra en la figura 4, la cual se encarga de inferir el material educativo que se debe recomendar, de acuerdo con la inteligencia definida para el aprendiz. Además de las reglas anteriores, se ha establecido una regla adicional, expuesta en la figura 5, que se creó utilizando lenguaje SQWRL y que permite, además de inferir el tipo de inteligencia asociado al estudiante, contar el número de características que posee, de manera que sea posible ponderar sobre cuál de las inteligencias se presenta más fuertemente y de este modo efectuar una recomendación más precisa sobre los recursos educativos que se ajustan a las preferencias del estudiante.

En la ontología se define un concepto para las instancias de las características, las cuales se asocian a las

inteligencias, acorde con la definición que se extrajo de la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner, y a criterio de los autores. Así mismo, se asocian al

estudiante dichas características, a modo de simulación, para realizar las pruebas del funcionamiento de la ontología.

Figura 3. Regla SWRL que define el tipo de inteligencia del estudiante

The screenshot shows a window with two tabs: 'Name' and 'Comment'. The 'Name' tab is active, displaying the URI: `http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#TieneTipoInteligenciaJ`. Below this, the 'SWRL Rule' tab is active, showing the following rule:

```
Estudiante(?estudiante) ^ tieneCaracteristica(?estudiante, ?caracteristica) ^
caracterizadaPor(?tipoInteligencia, ?caracteristica) →
tieneTipoInteligencia(?estudiante, ?tipoInteligencia)
```

Figura 4. Regla SWRL que define el contenido recomendado para cada estudiante

The screenshot shows a window with two tabs: 'Name' and 'Comment'. The 'Name' tab is active, displaying the URI: `http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#ContenidoRecomendadoJ`. Below this, the 'SWRL Rule' tab is active, showing the following rule:

```
Estudiante(?estudiante) ^ tieneTipoInteligencia(?estudiante, ?tipoInteligencia) ^ perteneceACurso(?estudiante, ?curso)
tieneContenido(?curso, ?contenido) ^ tieneTipoContenido(?contenido, ?tipoContenido) ^
esApropiadoParaInteligencia(?tipoContenido, ?tipoInteligencia) →
contenidoRecomendado(?estudiante, ?contenido)
```

Figura 5. Regla SQWRL que define el tipo de inteligencia del estudiante

The screenshot shows a window with two tabs: 'Name' and 'Comment'. The 'Name' tab is active, displaying the URI: `http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#TieneTipoInteligenciaSQ`. Below this, the 'SWRL Rule' tab is active, showing the following rule:

```
Estudiante(?estudiante) ^ tieneCaracteristica(?estudiante, ?caracteristica) ^
caracterizadaPor(?tipoInteligencia, ?caracteristica) →
sqwrl:select(?tipoInteligencia) ^ sqwrl:count(?tipoInteligencia) ^ sqwrl:select(?estudiante) ^
sqwrl:orderBy(?estudiante)
```

Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la ejecución de las reglas definidas. Las figuras 6, 7 y 8 evidencian la inferencia de información a partir de las instancias de prueba utilizadas en la simulación. Se crearon 77 instancias para el concepto característica, 16 para contenido, 8 para curso, 6 para estudiante, 8 para tipo de inteligencia y 9 para tipo de contenido. Luego se realizó la asociación de las instancias entre los conceptos. De esta manera se construyó el conocimiento básico a partir del cual se generaron las inferencias.

En la figura 6 se muestran los resultados obtenidos de la ejecución de la regla SWRL TieneTipoIntelegenciaJ (figura 3), en la que se puede ver que la ontología infiere cuál es el tipo de inteligencia que se acomoda a un estudiante en función de las características

asociadas a éste. Por su parte, la figura 7 presenta los resultados obtenidos en la ejecución de la regla SWRL ContenidoRecomendadoJ (figura 4), en la que la ontología infiere los contenidos educativos por asignar a cada estudiante en función de los cursos registrados por éste y el tipo de inteligencia inferido anteriormente. Cabe señalar que si no se ejecuta la regla anterior (TieneTipoInteligencia), en la que se infieren las inteligencias por estudiante, no se puede inferir qué recursos educativos se deben recomendar a cada estudiante. Por otra parte, en la figura 8 se presentan los resultados de la ejecución de la regla SQWRL TieneTipoInteligenciaSQ (figura 5), en la que se muestran las inteligencias inferidas para cada estudiante y además el resultado de cuántas características de la inteligencia tiene éste, lo que posteriormente permitiría realizar una ponderación sobre qué inteligencia predomina en cada individuo.

Figura 6. Resultados de la regla SWRL que define el tipo inteligencia del estudiante

```
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lola, Linguistica)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lina, Interpersonal)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, Logico-Matematica)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Jose, Espacial)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Jose, Logico-Matematica)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, Espacial)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Josefa, Musical)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Pepe, Linguistica)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lola, Interpersonal)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lina, Espacial)
```

Figura 7. Resultados de la regla SWRL que define el contenido recomendado para cada estudiante

```
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lina, Method_of_Action)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, Programacion_en_Java_introduccion_a_la_programacion_orientada_a_objetos)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lola, Juegos_de_expresion_verbal)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, Logico-Matematica)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, No_me_hagas_Pensar)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Jose, Logico-Matematica)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Pepe, Linguistica)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Jose, Juegos_de_matematicas)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Pepe, Filosofia_del_arte)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lola, Interpersonal)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Josefa, Curso_de_clarinete)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Josefa, Concierto_clarinete_de_Mozart)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Jose, Algebra_lineal)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lola, Linguistica)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lina, Interpersonal)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, Logica_de_programacion)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Jose, Espacial)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, Espacial)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Josefa, Musical)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Juan, Bases_de_datos_modelos_lenguajes_diseño)
#contenidoRecomendado(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lola, Habilidades_de_expresion_oral)
#tieneTipoInteligencia(http://www.owl-ontologies.com/Ontology1402176364.owl#Lina, Espacial)
```

Figura. 8. Resultados de la regla SQWRL que define el tipo de inteligencia del estudiante

?tipointeligencia	count(?tipointeligencia)	?estudiante
Logico-Matematica	10	Jose
Espacial	2	Jose
Musical	11	Josefa
Logico-Matematica	6	Juan
Espacial	1	Juan
Espacial	10	Lina
Interpersonal	3	Lina
Linguistica	13	Lola
Interpersonal	2	Lola
Linguistica	10	Pepe

Considerando lo anterior, los resultados arrojados en la simulación reflejan la validez de la propuesta orientada a la personalización de las actividades de aprendizaje para cada estudiante, mediante la recomendación de recursos educativos, partiendo de la caracterización de los tipos de inteligencia realizada por la ontología.

Conclusiones y trabajos futuros

Este primer acercamiento a la representación, mediante ontología de dominio y de los perfiles de estudiantes orientados a la personalización de los procesos de educación virtuales, ha logrado resultados de selección exitosa de los recursos educativos para cada estudiante en función de la inteligencia deducida de acuerdo con sus características particulares al ejecutar la simulación creada en *Protégé*. Se han ratificado las ventajas de utilizar un lenguaje formal como OWL para la representación del conocimiento.

El uso de ontologías contribuye a la esquematización del conocimiento, lo cual a su vez es importante al construir sistemas de procesamiento de información híbridos, en los cuales se requiere intercambio y procesamiento de información constante.

La personalización de contenidos y de herramientas de educación virtual requiere un esfuerzo investigativo considerable, dada la propia complejidad humana, ya

que el comportamiento de cada persona es único; sin embargo, propuestas como la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner contribuyen a la generación de modelos que se aproximen a grupos de estilos de aprendizaje para la caracterización de los estudiantes que usan las plataformas virtuales de educación.

La representación ontológica descrita en este artículo es una contribución inicial, la cual requiere ser refinada mediante la creación de nuevas instancias y la inclusión de conceptos que puedan ayudar a una mejor definición de los perfiles de aprendizaje que quieren ser caracterizados. También es posible evaluar otras teorías de clasificación de estilos de aprendizaje que puedan ser incluidas en la ontología.

Como trabajo futuro se ha planteado la creación de un sistema en Java para aprovechar las clases generadas por la ontología en *Protégé*, ya que este último no permite realizar el procesamiento de los datos de la manera que lo permite una aplicación realizada en Java. Con este sistema se pretende permitir la extracción de características de los estudiantes a partir de la interacción de éstos con las plataformas de educación virtual, para llegar a una mayor automatización al incluir nuevos estudiantes al sistema de personalización. Además, se plantea la utilización de un test que ayude a la determinación de las características e inteligencias de cada uno de los aprendices.

Bibliografía

- Burov, E. (2014). Complex ontology management using task models. *International Journal of Knowledge Based Intelligent Engineering Systems*, 18(2), pp. 111-120. Recuperado de <http://doi.org/10.3233/KES-140291>.
- Cakula, S., & Sedleniece, M. (2013). Development of a personalized e-learning model using methods of ontology. *Procedia Computer Science*, 26, pp. 113-120. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.12.011>.
- Dascalu, M.I., Bodea, C.N., Moldoveanu, A., Mohora, A., Lytras, M. & de Pablos, P. O. (2015). A recommender agent based on learning styles for better virtual collaborative learning experiences. *Computers in Human Behavior*, 45, pp. 243-253. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.027>.
- Dung, P. Q., & Flores, A. M. (2012). Adaptation to Learners' Learning Styles in a Multi-Agent E-Learning System. *eLearning & Software for Education*, (2), p. 259.
- Faria, C., Serra, I., & Girardi, R. (2014). A domain-independent process for automatic ontology population from text. *Science of Computer Programming*, 95, Part 1, pp. 26-43. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.scico.2013.12.005>
- Gaeta, M., Orciuoli, F., & Ritrovato, P. (2009). Advanced ontology management system for personalised e-Learning. *Knowledge-Based Systems*, 22(4), pp. 292-301. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.knosys.2009.01.006>
- Gardner, H. (2001). *Inteligencias múltiples, la teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. (2007). *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*, tr. de Sergio Fernández Everest. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kurilovas, E., Kubilinskiene, S., & Dagiene, V. (2014). Web 3.0 – Based personalisation of learning objects in virtual learning environments. *Computers in Human Behavior*, 30, pp. 654-662. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.039>
- Nganji, J. T., Brayshaw, M., & Tompsett, B. (2013). Ontology-driven disability-aware e-learning personalisation with ONTODAPS. *Campus -- Wide Information Systems*, 30(1), p. 17.
- Protégé. (2014). Recuperado el 13 de agosto de 2014 de <http://protege.stanford.edu/products.php>.
- Sahabudin, N. A. & Ali, M. B. (2013). Personalized Learning and Learning Style among Upper Secondary School Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 710-716. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.391>.
- Tzu-Chi Yang, Gwo-Jen Hwang, & Jen-Hwa Yang, S. (2013). Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(4), pp. 185-200.
- Vesin, B., Ivanović, M., Klačnja-Milićević, A. & Budimac, Z. (2012). Protus 2.0: Ontology-based semantic recommendation in programming tutoring system. *Expert Systems with Applications*, 39(15), pp. 12229-12246. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.052>
- Wu, D. & Håkansson, A. (2014). A method of identifying ontology domain. *Procedia Computer Science*, 35, pp. 504-513. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.procs.2014.08.131>.
- Yaghmaie, M. & Bahreininejad, A. (2011). A context-aware adaptive learning system using agents. *Expert Systems with Applications*, 38(4), pp. 3280-3286. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.113>.
- Yarandi, M., Jahankhani, H. & Tawil, A.R. H. (2013). A personalized adaptive e-learning approach based on semantic web technology. *Webology*, 10(2), pp. 1-14.

Sobre los autores

Néstor Darío Duque Méndez.

Ingeniero Mecánico (Universidad Tecnológica de Pereira, 1988), Doctorado en Ingeniería – Sistemas (Universidad Nacional de Colombia, 2009). Actualmente profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Demetrio Arturo Ovalle Carranza.

Ingeniero de Sistemas y Computación (Universidad de los Andes, 1984), Magíster en Informática (INPG - Institut National Polytechnique de Grenoble, 1987),

Docteur (PhD) en Informatique (Université Joseph Fourier, 1991). Actualmente profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Mauricio Giraldo Ocampo.

Administrador de Sistemas Informáticos (Universidad Nacional de Colombia, 2012). Actualmente estudiante de Maestría en Ingeniería – Ingeniería de Sistemas en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.