

Ontología de estilos de aprendizaje para asistir en el aprendizaje significativo

Yuridiana Alemán, María-Josefa Somodevilla,
Darnes Vilariño

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Facultad de Ciencias de la Computación,
México

{yuridiana.aleman, mariajsomodevilla,
dvilarinoayala}@gmail.com

Resumen. El presente trabajo muestra los avances de una investigación enfocada en una metodología para el aprendizaje ontológico en un subdominio pedagógico. La propuesta general se centra en el uso de técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural y Recuperación de Información en todas las fases del aprendizaje ontológico. Se trabaja con el idioma español, con recursos relacionados con el aprendizaje significativo y la personalización de la enseñanza. Particularmente, se analizan los elementos teóricos de los estilos de aprendizaje, generando una lista de conceptos importantes creada con la ayuda de un experto en el dominio (*gold standard*), junto con una ontología creada a partir de esa lista. La lista creada, y por lo tanto, la ontología, contiene conceptos que están integrados en el corpus utilizado en la investigación general, por lo que se convierten en recursos importantes para el desarrollo del sistema de ontologías propuesto.

Palabras clave: Aprendizaje ontológico, ontología, corpus pedagógico, estilos de aprendizaje, Honey-Alonso.

Learning Styles Ontology to Assist in Meaningful Learning

Abstract. This work shows advances of a research focused on an ontological learning methodology for pedagogical subdomain. The main proposal focuses on the use of Natural Language Processing and Information Retrieval techniques in ontological learning process. It works with Spanish language, resources related to meaningful learning and teaching personalization. Particularly, learning styles theoretical elements are analyzed, and a list of important concepts is created with the help of a domain expert (*gold standard*). With these resources, a learning styles ontology is created. The list and ontology contain concepts for the corpus

used in the main research, therefore, these resources are important for the proposed ontology system development.

Keywords: Ontology learning, ontology, pedagogic corpus, learning styles, Honey-Alonso.

1. Introducción

Una ontología es una formalización explícita, en donde un texto se representa por medio de relaciones semánticas y palabras clave. Existen varias clasificaciones de esta estructura, siendo la más común las ontologías de dominio, las cuales son generalizaciones sobre tareas específicas en un área concreta del conocimiento. Estas representaciones se han convertido en uno de los recursos más utilizados al momento de estructurar información. Su uso va desde la formalización de un dominio específico hasta la creación sistemas de recuperación de información para consultas semánticas.

Analizando el dominio pedagógico, el aprendizaje se define como un cambio en la conducta debido a la experiencia [4]. Otras definiciones integran elementos relacionados con la didáctica, en las que se describe como el proceso de adquisición de una disposición, relativamente duradera, para cambiar la percepción o la conducta como resultado de una experiencia [1]. El aprendizaje significativo se define como un proceso que se genera en la mente humana cuando subsume nuevas informaciones de manera no arbitraria y sustantiva [2]. Para abordar esta temática, se analiza la personalización del aprendizaje, donde un estudiante aprende mejor con ciertos esquemas y técnicas de acuerdo a sus características intrínsecas [3].

El objetivo general de la investigación consiste en la construcción de ontologías de manera semiautomática a partir de textos pedagógicos no estructurados para expresar con claridad y precisión el conocimiento. Para el dominio de estudio, se utilizan tópicos relacionados con la implementación de técnicas de enseñanza dentro del salón de clases. Este artículo se enfoca en la fase de la creación de una ontología manual de estilos de aprendizaje que sea auxiliar en la evaluación de los procesos semiautomáticos implementados.

La estructura del artículo se muestra a continuación, en la sección 2 se exponen los elementos teóricos relacionados las ontologías y el dominio, especialmente los estilos de aprendizaje. La sección 3 integra las investigaciones más recientes en cuanto a la creación de ontologías en el dominio pedagógico. La sección 4 explica la metodología aplicada y la sección 5 analiza los componentes de la ontología diseñada. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones obtenidas hasta el momento.

2. Marco teórico

La palabra *Ontología* se deriva del griego *ontos* (estudio del ser) y *logos* (palabra). En las ciencias computacionales, una ontología se define como “una

base de datos que describe los conceptos en el mundo o algún dominio, algunas de sus propiedades y como los conceptos se relacionan entre sí” [16]. Esta base de datos se define a partir de un corpus base, del cual se extraen los elementos principales o palabras clave. Posteriormente, del mismo texto se infieren las relaciones entre palabras clave, de esta manera, se crea una estructura de grafo donde los nodos son las palabras clave y las aristas representan la relación existente entre ellas. Entre las aplicaciones más representativas de las ontologías se encuentran la representación formal del conocimiento, lo que facilita el manejo e integración de datos con estructuras diferentes. Una ontología se crea mediante un proceso denominado aprendizaje ontológico, el cual se basa en texto no estructurado y se define como el proceso de identificar términos, conceptos, relaciones y, opcionalmente, axiomas a partir de información textual y usarlos para construir y mantener una ontología [17].

En una ontología, los conceptos representan la base para la descripción de la información. Esta descripción se realiza mediante tres componentes: Términos, atributos y relaciones. Los términos son nombres utilizados para referirse a un concepto específico que puede incluir un conjunto de sinónimos que especifican los mismos conceptos. Los atributos describen el concepto a detalle utilizando características, y las relaciones se utilizan para representar correspondencias entre diferentes conceptos y proveer una estructura general de la ontología [14].

Para la implementación de la metodología, se analiza el dominio pedagógico, y esta investigación se centra en la estructuración de los estilos de aprendizaje. El aprendizaje se asume como un proceso en el que el sujeto que aprende lo hace de manera dinámica, de acuerdo con unas disposiciones y características particulares y en el que están involucrados un orden y un procedimiento lógico. De este análisis surge el estudio de los estilos de aprendizaje, los cuales reflejan la forma en que el individuo aprende, describen las condiciones bajo las que un discente se encuentra en la mejor situación para aprender, o qué estructura necesita para mejorar el proceso de aprendizaje. Existen variaciones en cuanto a la manera en que los seres humanos captan y procesan información.

Se han propuesto varias teorías para describir los distintos tipos de aprendizaje ([1,8,10]), los cuales están basados en los estudios de David Kolb [9]). Para esta investigación se tomó el modelo de Honey Alonso [1], el cual propone un método para describir cómo los estudiantes resuelven sus problemas y aplican conocimientos nuevos a partir de la experiencia personal dentro de su entorno de aprendizaje, considerando los procesos psicológicos de percepción y procesamiento. De este enfoque, se distinguen 4 estilos de aprendizaje, los cuales se explican a continuación.

- *Activo*: Personas que se involucran con experiencias nuevas, tienden a actuar primero y luego piensan en las consecuencias. Muestra como principales conductas al momento de aprender la animosidad, la improvisación, la búsqueda y el descubrimiento de novedad, el riesgo y la espontaneidad.
- *Reflexivo*: Personas que son observadores y analizan sus experiencias desde diferentes perspectivas. Recopilan y analizan datos en detalle antes de tomar una conclusión. Este perfil tiene conductas de receptividad, ponderación,

análisis, exhaustividad y toma de conciencia, y entre las otras menos centrales pero presentes en él, la observación, la identificación de pequeños detalles, la elaboración de argumentos, la previsión, la habilidad para redactar informes y la prudencia.

- *Teórico*: Muestra dentro de las principales características la lógica, la metódica, la objetividad, la criticidad y la estructuración en las acciones. Las personas con este estilo de aprendizaje adaptan e integran sus observaciones en teorías complejas y lógicamente fundadas. Su sistema de valores prioriza la lógica y la racionalidad antes del análisis y la síntesis.
- *Pragmático*: Incluye personas que prueban sus ideas, teorías y técnicas nuevas y tratan de ver si funcionan en la práctica. No les gustan las discusiones largas sobre el mismo tema. Son prácticos y se adhieren a la realidad. Las cinco principales características de este estilo de aprendizaje se hallan la experimentación, la practicidad, el dirigirse a situaciones y a personas de manera directa, la eficacia y el realismo.

Para determinar el estilo de aprendizaje predominante, se utiliza el Cuestionario Honey Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA), el cual contiene 80 reactivos, 20 relacionadas con cada estilo.

3. Trabajos relacionados

La Figura 1 muestra las investigaciones realizadas en el dominio pedagógico de acuerdo al enfoque utilizado, si la ontología se creó para clases presenciales u *online*.

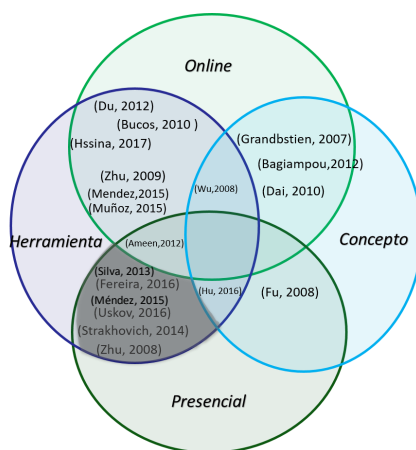


Fig. 1. Investigaciones sobre ontologías en el dominio pedagógico.

Dentro de las investigaciones de ontologías de una materia o tópico en particular, en [7] se propone el proyecto OURL (*Ontologies for the Use of digital learning Resources and semantic Annotations on Line*) el cual integra las disciplinas de ciencias de la educación, informática y psicología cognitiva con el fin de crear servicios para *E-learning*. En [6] también se analizan el dominio educativo, sin embargo, al ser aplicado al idioma Chino, utilizan un preprocesamiento para analizar las características de dicho idioma: acoplamiento, relevancia y consenso.

En [18] se desarrolla un sistema de educación en Internet basado en ontologías, que implementa el intercambio y la reutilización del material de aprendizaje en diferentes sistemas. Es una investigación cualitativa, donde se aborda un ejemplo con un curso básico de computación en línea que describe los módulos del sistema: aprendizaje, interfaz y recursos.

[5] presentan ENGOno; la ontología integra múltiples ontologías relevantes para que los agentes personalizados aborden los cambios dinámicos del proceso de aprendizaje de los alumnos, la interacción entre el instructor y los recursos de aprendizaje en el entorno de la enseñanza del idioma inglés. La ontología se construyó manualmente, pero los autores describen el proceso de generación de dependencia de puntos de conocimiento (integración de clases).

En [19] se presenta el diseño de secuencias de aprendizaje utilizando la formalización por medio de ontologías (lenguaje OWL); dicho diseño se enfoca en el aprendizaje individual con el propósito de establecer una secuencia personalizada de acuerdo con el nivel y características de cada alumno en la educación superior en ambientes virtuales.

El trabajo de investigación propuesto se centra en el área sombreada, es decir, la construcción de la ontología será como una herramienta para clases presenciales. Dentro de esta área, [11] propone utilizar un modelo ontológico para la personalización del aprendizaje que involucre el perfil de los estudiantes de acuerdo con la teoría de inteligencia múltiple de Howard Gardner, así como usar una ontología de dominio que ayude a representar el conocimiento en plataformas de aprendizaje virtuales. Este modelo es utilizado en la educación online, donde se infiere el tipo de inteligencia del estudiantes y de acuerdo a esto se recomiendan contenidos pertinentes.

En [13] presenta una reingeniería de una ontología de estilos de aprendizaje en varios enfoques, la cual tiene el objetivo de apoyar la creación, adaptabilidad y uso de objetos de aprendizaje. Otras investigaciones como la de [5] se propone una ontología para la interacción entre el estudiante y el maestro en la enseñanza del idioma inglés; mientras que en la segunda investigación la ontología involucra el uso del Internet para la mejora del aprendizaje.

En [15] se centran en el aprendizaje autónomo en línea, proponiendo una ontología en base al Internet de las cosas (IoT) aplicado al aprendizaje dentro del aula con la ayuda de la tecnología, tomando como referencia los tipos de inteligencias de los estudiantes.

4. Metodología

La Figura 2 muestra la metodología general para la investigación, la cual consta de tres fases principales. El primer paso consiste en la creación de un corpus compuesto de artículos publicados en el idioma español, dentro de esta fase se realizó un proceso de validación de clases y expansión de un corpus inicial a fin de incrementar la riqueza del vocabulario. En la segunda fase se obtienen los conceptos principales y las relaciones taxonómicas y no taxonómicas para la obtención de la ontología. Finalmente, se anexa un módulo de evaluación para determinar la eficacia de los experimentos, dentro del cual se necesitarán las herramientas analizadas en el presente artículo.

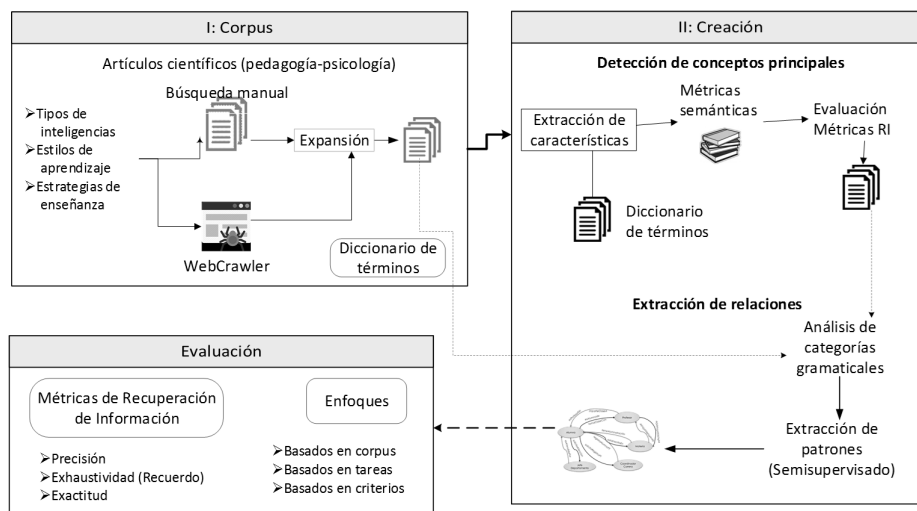


Fig. 2. Metodología general propuesta.

El corpus final está conformado por artículos relacionados con los tópicos principales seleccionados anteriormente (tipos de inteligencias, estrategias de enseñanza y estilos de aprendizaje), de tal manera que se crean tres clases iniciales. La Figura 3 muestra la relación que existe entre los tópicos seleccionados para su estudio.

Para la detección de conceptos cada una de las clases se procesa de manera independiente. Los avances previos de esta investigación integran la propuesta de un método para la detección de conceptos principales basado en métricas de similitud textual, un algoritmo de filtrado de documentos para la expansión del corpus inicial y el análisis de patrones de categorías gramaticales para la detección de relaciones entre conceptos.

A fin de tener un referente de comparación para los experimentos, se realizó una ontología de manera manual.

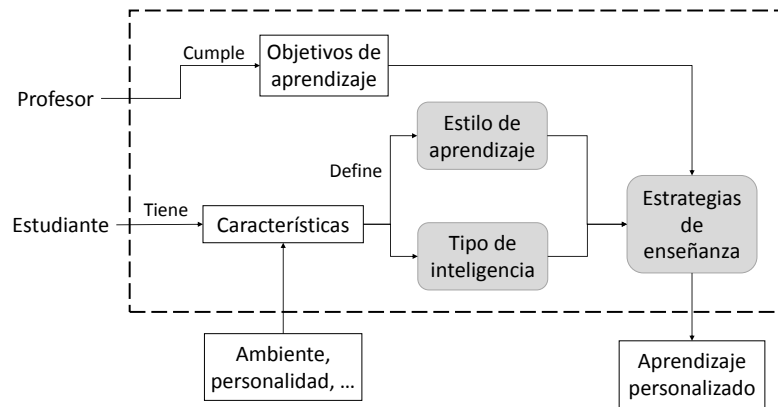


Fig. 3. Papel de los elementos seleccionados en el aprendizaje significativo.

En el presente artículo se trabajó con la clase de estilos de aprendizaje, ya que presenta mejor comportamiento en los experimentos realizados. Para su construcción, se utiliza la herramienta *Protégé*, la cual, facilita la estructuración de los componentes necesarios. En el proceso de creación, se sigue la metodología de [12], la cual consta de los siguientes pasos:

1. Definir el dominio y el alcance de la ontología, la aplicación final y a qué tipo de preguntas responderá dicha ontología.
2. Considerar el rehúso de ontologías. En caso de poder aplicarse, se recolectan términos y características de ontologías comunes ya existentes.
3. Enumerar términos importantes en la ontología. Definir una lista de los términos que se quieren almacenar en la ontología, así como de sus propiedades y las relaciones que existen entre ellos.
4. Definir las clases y la jerarquía de las clases (estructura conceptual del dominio). Primero se crean las clases para los conceptos generales en el dominio.
5. Definir las propiedades de las clases, esto es, la estructura interna de los conceptos.
6. Definir los diferentes tipos de valores que describan a los conceptos como valor asociado, cardinalidad, valores permitidos, entre otros.
7. Crear instancias de clases individuales en la jerarquía.

4.1. Lista de conceptos para validación

El *gold standard* se generó manualmente con la ayuda del experto en el dominio y contiene una serie de conceptos por clase considerados como importantes. Las listas contienen 130 elementos para los tipos de inteligencias, 87 para las

estrategias de enseñanza y 184 para los estilos de aprendizaje, sin embargo, estas listas tienen elementos en común.

La Figura 4 muestra el diagrama de Venn con el número de elementos que se comparten por clase.

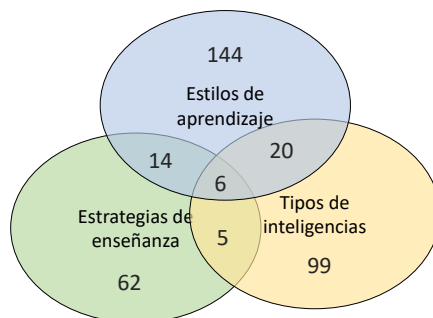


Fig. 4. Número de elementos del conjunto de evaluación por clase.

Las tres clases comparten 6 conceptos, mientras que la clase de estilos de aprendizaje es la que comparte un mayor número de elementos con otras clases (14 con estrategias de enseñanza y 20 con tipos de inteligencias). La clase estrategias de enseñanza, a pesar de tener más texto que las demás, tiene menos conceptos importantes y comparte pocos con otras clases. La Tabla 1 contiene ejemplos de algunos conceptos del conjunto de evaluación por clase y los que están presentes en los tres conjuntos.

Tabla 1. Elementos del conjunto de evaluación por clase (extracto).

Estilos de Aprendizaje	Estrategias de Enseñanza	Tipos de Inteligencia	Común a 3 clases
TIC	Aprendizaje	Perrsona	Docente
Reflexivo	Estrategia	Inteligencia múltiple	Estrategia
Estudio	Conocimiento	Desarrollo	Estudiante
Pragmático	Metacognitiva	Teoría	Habilidad
Académico	Análisis	Gardner	Individuo

5. Descripción de la ontología

1: Determinar el dominio y alcance de la ontología.

- Nombre de la ontología: Ontología sobre estilos de aprendizaje según el modelo de Honey-Alonso.
- Propósito: Representar y formalizar el conocimiento del dominio.

- Alcance: Apoyo para lograr el aprendizaje significativo por medio de la personalización del mismo.
- Usuarios finales: Docentes de clases presenciales.
- Fuentes de conocimiento: Expertos en el dominio, artículos especializados sobre el tema.

2: Considerar el rehúso de ontologías. Como tal no se tomó ninguna ontología creada, pero se tomaron en cuenta las investigaciones de Silva y Ponce [13].

3: Enumerar términos importantes en la ontología. Se elaboró una lista de conceptos importantes para el tema. La tabla 2 muestra algunos de ellos.

Tabla 2. Glosario de términos (extracto).

Término	Sinónimo	Significado
Instrumento	Cuestionario	Aquel que plantea una serie de preguntas para extraer determinada información de un grupo de personas.
Teoría		Conjunto organizado de ideas que explican un fenómeno, deducidas a partir de la observación, la experiencia o el razonamiento lógico.
CHAEA	Cuestionario Honey Alonso	Cuestionario sobre Estilos de Aprendizaje que consta de ochenta preguntas (veinte ítems referentes a cada uno de los cuatro Estilos) a las que hay que responder manifestando acuerdo o desacuerdo.
EstiloAprendizaje	Teoría de estilos de aprendizaje	Los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interrelacionan y responden a sus ambientes de aprendizaje
Item	Pregunta, reactivo	Distintas preguntas que se plantean en una evaluación.
Alumno	PersonaAlumno, discente, estudiante	Que recibe enseñanza.

En la tabla se muestran los conceptos más cercanos a tema principal (estilos de aprendizaje) de la ontología, la cual analiza a los estudiantes a través de un instrumento de evaluación. Los sinónimos integrados corresponden a los diferentes términos utilizados en los artículos de referencia.

4: Definir las clases y la jerarquía de las clases. La Figura 5 muestra algunos conceptos previamente definidos, especificando el tipo de elemento que serán dentro de la ontología (izquierda), además se muestran algunas jerarquías predefinidas.

En la Tabla 3 se muestran los nombres de la relaciones, sus inversas, dominio y rango de cada una de ellas. Estas fueron validadas igualmente por el experto en el dominio. En la tabla sólo se presenta un extracto de 8 relaciones, las cuales integran los conceptos más relevantes, como los tipos de estilos, los autores de la teoría y el instrumento que sirve para detectarlos.

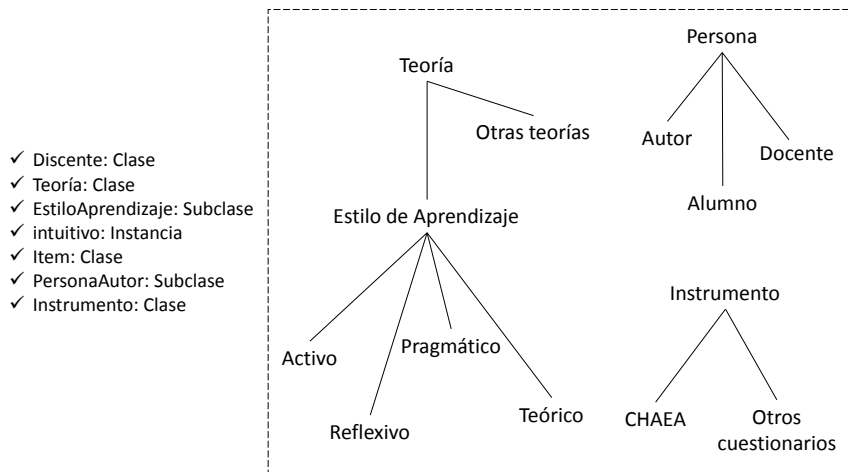


Fig. 5. Taxonomía y especificación de conceptos (extracto)

Tabla 3. Relaciones en ontología de Estilos de Aprendizaje (extracto).

Nombre	Dominio	Rango	Inversa
EsAutorDe	PersonaAutor	Teoría	TieneAutor
EsCoautorDe	PersonaAutor	Teoría	TieneCoautor
EsDescritoPor	EstiloAprendizaje	Característica	DescribeAEstilo
AnalizaA	Instrumento	Teoría	EsAnalizadaPor
TieneCaracterística	PersonaAlumno	Característica	EsCaracterística
TieneEstilo	PersonaAlumno	EstiloAprendizaje	EsEstilo
EsItemDeInstrumento	Item	Instrumento	EstaFormadoPorItem
EsItemDeEstilo	Item	EstiloAprendizaje	TieneItemRelacionado

En el caso de las relaciones inversas, el rango y el dominio cambian, por ejemplo para la relación inversa *DescribeAEstilo*, el rango es *EstiloAprendizaje* y el dominio *Característica*. Otro aspecto importante es que para esta teoría en particular, se tienen dos autores, por lo que es necesaria la relación *EsCoautorDe*.

5 y 6: Definir las propiedades de las clases y valores permitidos. Las propiedades de los datos de muestran en la Tabla 4.

7: Crear instancias de clases individuales en la jerarquía. La Tabla 5 muestra ejemplos de instancias para las clases *autor*, *característica* y *EstiloAprendizaje*.

8: Implementación. La Figura 6 muestra algunos de los conceptos principales con las relaciones entre ellos, omitiendo las relaciones inversas. En esta figura se presentan de manera gráfica los conceptos a fin de tener una idea general de la ontología.

La Figura 7 se presenta un ejemplo de las propiedades de la subclase *EstiloAprendizaje*, específicamente la instancia *Estilo reflexivo*.

Tabla 4. Clases y propiedades de datos de la ontología estilos de aprendizaje (extracto).

Clase	Subclase	Propiedades de datos	Tipo
Característica		TieneNombreCaracterística	String
Instrumento		TieneNombreInstrumento	String
Persona		TieneNombre	String
		TieneGénero	String
	PersonaAlumno	TieneMatrícula	String
		TieneNivelAcadémico	String
	PersonaAutor	TieneEdad	Integer
Teoría	EstiloAprendizaje	TieneNombreTeoría	String
		TieneNombreEstilo	String
Ítem		TieneNumItem	Integer
		TieneTextoItem	String

Tabla 5. Extracto de ejemplos de instancias.

Clase	Atributo	Instancias
Característica	NombreCaracterística	Descubridor
		Animador
		Crítico
Autor	NombreAutor	Honey
		Alonso
EstiloAprendizaje	NombreEstilo	Pragmático
		Teórico
		Reflexivo

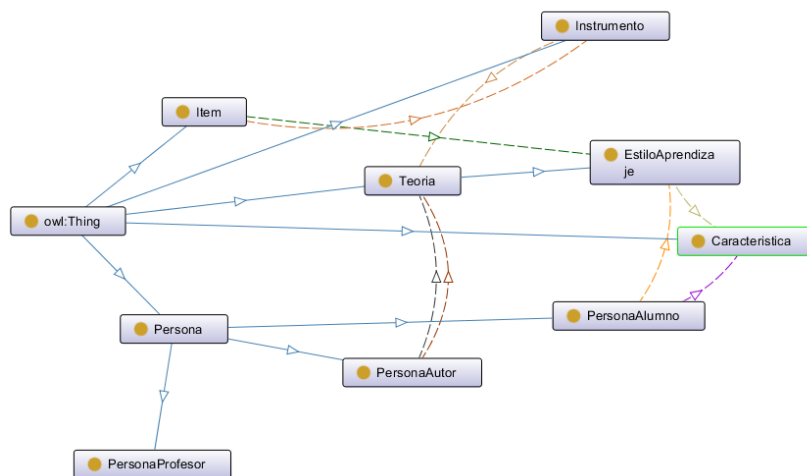


Fig. 6. Grafo representando la ontología de estilos de aprendizaje (extracto).

En el ejemplo se observan las otras instancias de la subclase (los otros tres estilos), así como otras instancias relacionadas de la clase *Característica*. En la parte derecha se observan todas las características que presentan los estudiantes con este tipo de aprendizaje predominante.



Fig. 7. Ejemplo del uso del razonador en el estilo de aprendizaje Activo.

Algunos otros ejemplos de relaciones entre instancias se listan a continuación:

- *EsAutorDe(Honey, TeoriaEstilosAprendizaje)*
- *EsCoautorDe(Alonso, TeoriaEstilosAprendizaje)*
- *AnalizaA(InstrumentoCuestionarioCHAEA, TeoriaEstilosAprendizaje)*
- *EsDescritoPor(EstiloTeorico, CaracteristicaEficaz)*
- *TieneEstilo(AlumnoEjemplo, EstiloActivo)*
- *EsItemDeInstrumento(Item2, InstrumentoCuestionarioCHAEA)*
- *EsItemDeEstilo(Item10, EstiloReflexivo)*

6. Conclusiones y trabajo en proceso

En este trabajo se presentaron dos herramientas que serán de utilidad para la evaluación de las metodologías y procedimientos realizados enfocados en la detección de clases y relaciones. El conjunto de validación cuenta con elementos importantes para la realización semiautomática de ontologías, mientras que la creación manual de dichas ontologías, permite evaluar los métodos para la extracción de relaciones entre conceptos. La ontología descrita de estilos de aprendizaje contiene los conceptos proporcionados junto con el experto en el dominio. Además, los conceptos integrados en dicha lista se encuentran en el conjunto de texto utilizado en los experimentos realizados con procesos semiautomáticos.

Como trabajo actual se está trabajando en la realización de consultas en la presente ontología, además del diseño de las ontologías de los otros dos tópicos de la metodología: estrategias de enseñanza e inteligencias múltiples. Por último, con estas herramientas se evaluarán exhaustivamente los experimentos realizados en la investigación general.

Referencias

1. Alonso, C., Gallego, D., Honey, P.: Los Estilos de Aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora (2007)
2. Ausubel, D., Novak, J.: Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo. Trillas, México (1983)
3. Cakula, S., Sedleniece, M.: Development of a personalized e-learning model using methods of ontology. *Procedia Computer Science* 26, 113 – 120 (2013), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913012830>, iC-TE in Regional Development, December 2013, Valmiera, Latvia
4. Chance, P.: Aprendizaje y conducta. Manual moderno (2001)
5. Fan, Z., Apple, F., Horace, I., Jiaheng, C.: Engonto: Integrated Multiple English Learning Ontology for Personalized Education. In: 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering. vol. 5, pp. 210–213. IEEE (2008)
6. Fu, J., Jia, K., Xu, J.: Domain ontology learning for question answering system in network education. In: 2008 The 9th International Conference for Young Computer Scientists. pp. 2647–2652 (2008)
7. Grandbastien, M., Azouaou, F., Desmoulins, C., Faerber, R., Leclet, D., Quenu-Joiron, C.: Sharing an ontology in education: Lessons learn from the OURAL project. In: Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007). pp. 694–698 (2007)
8. Herrmann, N.: The creative Brain. *NASSP Bulletin*, vol. 66 (1982)
9. Kolb, D.: Learning style inventory. MA: Hay Group, Hay Resources Direct, Boston USA (1976)
10. McCarthy, B.: The 4MAT System: Teaching to Learning Styles with Right/left Mode Techniques. EXCEL (1987), <https://books.google.com.mx/books?id=WWXVSgAACAAJ>
11. Méndez, N.D.D., Carranza, D.A.O., Ocampo, M.G.: Representación ontológica de perfiles de estudiantes para la personalización del aprendizaje. *Revista Educación en Ingeniería* 10(19), 105–115 (2015)
12. Noy, N.F., McGuinness, D.L.: Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Tech. rep., Stanford Knowledge Systems Laboratory (2001)
13. Silva Sprock, A., Ponce, J.: Reingeniería de una ontología de estilos de aprendizaje para la creación de objetos de aprendizaje. *Eduweb* 7, 49–64 (2013)
14. Sánchez López, S.E.: Modelo de indexación de formas en sistemas VIR basado en ontologías. Ph.D. thesis, Escuela de ingeniería y Ciencias. Universidad de las Américas Puebla (2007)
15. Uskov, V., Pandey, A., Bakken, J.P., Margapuri, V.S.: Smart engineering education: The ontology of internet-of-things applications. In: 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). pp. 476–481 (April 2016)
16. Weigand, H.: A multilingual ontology-based lexicon for news filtering-the TREVI project. In: Proceedings of the IJCAI Workshop on Multilingual Ontologies-Nagoya (1997)
17. Wong, W., Liu, W., Bennamoun, M.: Ontology learning from text: A look back and into the future 44, 1–36 (2011)
18. Wu, H.: Research of internet education system based on ontology. In: 2008 Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. vol. 4, pp. 602–605 (2008)
19. Zhu, F., Yao, N.: Ontology-based learning activity sequencing in personalized education system. In: 2009 International Conference on Information Technology and Computer Science. vol. 1, pp. 285–288. IEEE (2009)