

Uso de ontologías para modelado de información de usuarios

Mauricio Ramírez-Mora
TEC Digital
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Email: mramirez@itcr.ac.cr

Resumen—Las ontologías tienen la finalidad de compartir la información entre distintos sistemas mediante consultas. Estas consultas se pueden hacer en SPARQL. Durante esta investigación se buscó modelar el nivel de conocimiento de los estudiantes desarrollando un modelo usuario basado en ontologías. La investigación llevo realizar un análisis sobre las relaciones que existen entre distintos atributos de información, así como el nivel de dominio del estudiante según el modelo de conocimiento. Pueden existir distintos modelos de ontologías para una misma solución, nuestra investigación busca presentar el desarrollo de una propuesta.

Keywords—Ontologías, OWL, RDF, SPARQL, modelo de usuario.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nuestros sistemas para compartir información de nuestras bases de datos, necesitan facilitar el uso de Web Services que permitan la consulta de la información.

Las bases de datos son sistemas de transacciones que pueden manejaras gigas de información y miles de consultas por segundo. Su manejo de información en las consultas y almacenamiento de la misma es óptimo, pero en este manejo no existe una manera dinámica para el modelado de las relaciones de la información.

Por otra, parte las ontologías son sistemas que nos permiten modelar y definir relaciones entre la información. Según [11] las ontologías se definen como: “Las ontologías son una especificación *explícita* y *formal* de una *conceptualización compartida*. Por *explícita* se entiende los tipos de conceptos usados y las restricciones que han sido explícitamente definidas. Definiendo *formal* que debe ser procesable por una máquina. Como *conceptualización* se define el modelo abstracto para el cual se han identificado sus conceptos relevantes. Y por último se define *compartida* como la captura de conocimiento conceptual consensuado, eso quiere decir que sea aceptado por un grupo.”

Las ontologías están diseñadas para que sean procesadas por cualquier sistema. El desarrollo de las ontologías se realiza utilizando RDF (Resource Description Framework). RDF hace que la información pueda manejarse de manera que sea independiente del sistema o la plataforma. Además de dar la libertad al desarrollador de consultar de manera dinámica la información requerida, así como establecer las relaciones entre la información.

Una ontología puede agregar nuevos registros de información y relaciones sin afectar su funcionamiento ni requiriendo desarrollo adicional.

Las ontologías cambian el modelo relacional (RD) de las DB a una plataforma de descripción de recursos (RDF). Este trabajo es hecho mediante el uso de tripletas y se expresan en la notación de modelo entidad-atributo-valor.

Nuestra investigación se basa en modelar la información de los estudiantes basados en tres modelos. Estos modelos son en sí mismos ontologías que ayudan hacer el modelo de usuario basado en ontologías. Según las consultas que se realicen al modelo de usuario se busca determinar el nivel de conocimiento de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la sección 2 se desarrolla la metodología de la investigación. Posteriormente en la sección 3 se realiza una descripción sobre el desarrollo del modelo de usuario basado en ontologías. El desarrollo del prototipo y análisis de los resultados se presenta en la sección 4 y por último en la sección 5 se presentan algunas conclusiones y trabajo futuro.

II. METODOLOGÍA

Se realizan búsquedas en Springer, Google académico entre otros sobre el desarrollo de modelos de usuario, desarrollo de ontologías y modelos de usuario basados en ontologías. Además de esta información, para el desarrollo de las ontologías se buscó algunas herramientas de código abierto.

Esta investigación reveló que no existe un patrón que se pueda utilizar para el desarrollo de las ontologías sino que pueden existir múltiples modelos para responder a una misma necesidad. Esto llevó a que el desarrollo de las ontologías, como nuestro Modelo de usuario basado en Ontologías (OBUM por sus siglas en inglés), sea necesario entender cuál es el problema que se quiere según una serie de preguntas. Estas preguntas son:

- ¿Cuál es el dominio de la ontología?
- ¿Para qué se va a utilizar la ontología?
- ¿Qué preguntas debe responder la ontología?
- ¿Quién utilizará y dará mantenimiento a la ontología?

Si fuera necesario realizar cambios en el diseño por las necesidades del dominio, las ontologías por su naturaleza no presentan algún tipo de problema.

El desarrollo de OBUM es la combinación de tres distintos modelos. Estos modelos son ontologías por sí mismas. Estas son el modelo de usuario, el modelo de dominio y el modelo de conocimiento.

El desarrollo del prototipo se realizó tomando la información de los registros de notas de los estudiantes del segundo semestre del 2016 en la materia de matemática general en Cartago. El mismo se desarrolló utilizando la herramienta Protégé¹. Esta herramienta facilita el modelado de las relaciones y el registro de la información. La publicación de la información y las consultas se utilizan utilizando el servidor Fuseki de Apache Jena².

III. DESARROLLO DE UN MODELO DE USUARIO BASADO EN ONTOLOGÍAS

OBUM es un sistema para realizar un seguimiento del conocimiento de los estudiantes mediante el uso de ontologías. Para su desarrollo es necesario contar con tres distintas ontologías las cuales son:

- El modelo de usuario (UM)
- El modelo de dominio (DM)
- El modelo de conocimiento (KM)

En las siguientes subsecciones vamos a detallar cada uno de estas ontologías.

III-A. Modelo de usuario

El UM va a responder preguntas sobre el comportamiento y las preferencias del usuario. Los usuarios pueden agruparse según su comportamiento, estilos de aprendizaje u otros criterios. De esta manera esta información puede servir de insumo para realizar recomendaciones para estos grupos.

Según [7] el UM y los perfiles de usuario son sinónimos, pero existen diferencia entre estos. El perfil de usuario no tiene un valor agregado o utilidad fuera de la informativa. Mientras que el UM nos permite conocer la interacción de los usuarios a través del sistema.

Nuestra investigación propone que la ontología del UM tenga las características como: datos personales, plan de la carrera y estilos de aprendizaje según Felder [6].

III-B. Modelo de dominio

Nuestro modelo de dominio son las materias dentro de los planes de estudio. Su representación es un grafo que nos indica las relaciones de requisito y correquisito. Las materias son modelados con nodos y las dependencias como aristas según se defina el plan curricular.

Autores como [4], [5], [8], [9] concuerdan en que el DM se puede representar como un conjunto de conceptos sobre un dominio de materias.

Dentro de la ontología de KM se definen las clases: plan de estudios, materia y los objetivos de la materia. Y las relaciones de la ontología se definen como: “pertenece”, “implica”, “requisito” y “correquisito” todas las funciones son no reflexivas.

Los atributos de datos de plan de estudios son la información de la escuela (nombre y código) e información del plan

(nombre y número). Los atributos para la materia son código y nombre de la materia. Y por último para la clase de objetivos se establece el nivel del objetivo y la descripción del objetivo.

El prototipo trabaja con un plan de estudios completo sino con una sola materia. Según se vaya registrando la información de los cursos es necesario definir las relaciones “esRequisito” (inversa de “requisito”) y “equivalente” para definir las equivalencias de las materias.

La relación “implica” establece la relación de dominio y rango sobre materia y plan respectivamente, de manera que una materia pertenece a un plan de estudios.

En cambio, la relación “pertenece” presenta la relación de dominio y rango sobre objetivo y materia para establecer que el objetivo pertenece a la materia.

Las relaciones “requisito” y “correquisito” tienen dominio y rango sobre materias para establecer las dependencias entre las materias. La diferencia entre ellas se puede visualizar dentro del grafo del plan de estudios.

III-C. Modelo de conocimiento

El KM es el modelo donde se registra toda la información sobre los logros y metas del estudiante. Es por esta razón que el KM se divide en conocimiento y metas. El conocimiento se refiere a todas las materias que ha aprobado el estudiante. Las metas se refieren a las materias que necesita aprobar el estudiante para completar sus estudios.

Existen distintas referencias sobre este modelo, se puede hallar como de conocimiento del usuario, nivel de conocimiento, modelo de ontología de conocimiento, modelo de conocimiento y metas entre otros. Los autores [1], [3], [9], [10] optaron por usar el nombre de modelo de conocimiento (KM).

El KM representa una copia del DM; por tanto, cualquier conocimiento adquirido fuera del DM no será considerado dentro del KM. En caso que el estudiante realice un cambio de plan se actualizan las metas, pero se mantiene el conocimiento. Esto ocurre porque el conocimiento adquirido por el estudiante no se borra aun cuando no sea requerido en el nuevo DM. Así mismo cualquier materia que sea reconocida será agregada al KM

Para medir el conocimiento es necesario establecer una métrica, en los estudios de [1], [4] se usó la taxonomía de Bloom [2]. Bloom define el conocimiento en nivel según cada un objetivo. De esta manera se puede aplicar la escala de Bloom para conocer el nivel de conocimiento del estudiante una vez aprobada la materia. En la imagen 1 Taxonomía de Bloom se presenta la escala de conocimiento para medir los objetivos de las materias.

Para la definición del KM se utilizó la identificación del estudiante, el código de la materia, el estado del curso (aprobado o reprobado) y la nota final.

III-D. Modelo de usuario basado en ontologías

OBUM es la combinación de las tres ontologías descritas arriba. En la imagen 2 Representación de OBUM se presenta su modelo de manera abstracta. De esta manera se puede

¹<http://protege.stanford.edu/>

²<https://jena.apache.org/>

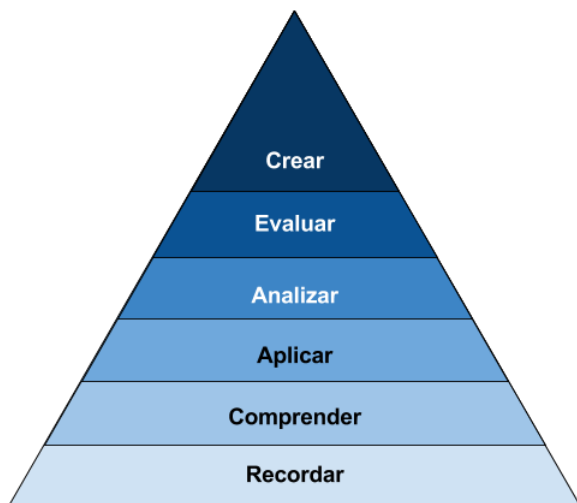


Figura 1. Taxonomía de Bloom

conocer el avance de los estudiantes en cualquier punto de la carrera según los objetivos de la escala de Bloom. Así mismo pueden realizarse otro tipo de agrupaciones por grupos de estudiantes y dominio.

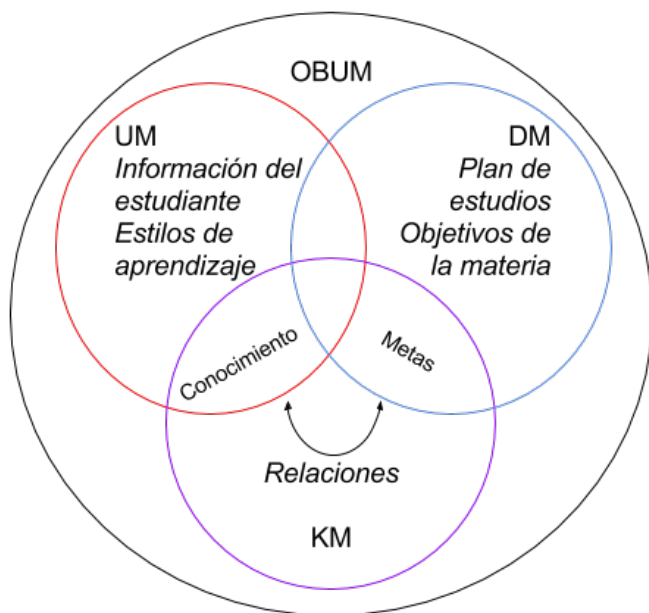


Figura 2. Representación de OBUM

Según las consultas y análisis de los datos se encontró que no existe un registro que determine el nivel de avance de los estudiantes dentro de cada uno de los objetivos. Las respuestas dentro del actual modelo definen que el nivel de dominio de cada uno de los objetivos es equivalente a la nota alcanzada por el estudiante.

Esto hace que, en caso de aplicar una evaluación de reposición, se carezca de una verdadera evaluación de los objetivos donde el estudiante tiene debilidades. Esto hace necesario conocer cuáles son los objetivos de la materia evaluados dentro

de las pruebas para medir el nivel de conocimiento que tiene el estudiante sobre un determinado objetivo.

IV. DESARROLLO DEL PROTOTIPO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Como parte de nuestra investigación, se desarrolló un prototipo con la materia de matemática general. Se registraron los resultados del segundo semestre 2016. La materia es de nivelación, consta de 7 objetivos, tiene un valor de 4 créditos, no tiene requisitos, pero es requisito de otras materias en varios planes.

En el Cuadro I. Objetivos aplicados a la taxonomía de Bloom se presenta el análisis de los objetivos de la materia.

Objetivo	Bloom
Conocer la simbología propia de toda teoría matemática	Conocimiento
Fomentar la capacidad de análisis para realizar razonamientos deductivos	Conocimiento
Adquirir los conceptos más importantes de la teoría de las relaciones binarias y funciones	Conocimiento
Adquirir el principio de la inducción matemática	Conocimiento
Adquirir los conceptos básicos de las estructuras algebraicas	Conocimiento
Fomentar el desarrollo de esquemas mentales para realizar razonamientos	Conocimiento
Fomentar una actitud crítica y creativa	Conocimiento

Cuadro I. OBJETIVOS APLICADOS A LA TAXONOMÍA DE BLOOM

Se tomó una muestra de 396 estudiantes, de los cuales 166 estudiantes aprobaron el curso.

En el análisis de la información se buscaba conocer el nivel de conocimiento de los estudiantes, así como buscar la creación de grupos con dominio conocimiento similar.

Se registró una consulta con los estudiantes que tuvieran notas entre 100 y 90. El resultado fue un grupo de 6 estudiantes de los 166 estudiantes aprobados.

Según las consultas que se realizaron se encontró que el nivel de dominio sobre los objetivos de la materia es igual a la nota que obtuvo el estudiante.

Esto demostró que la actual forma de calificación de las evaluaciones de los estudiantes no asocia el nivel de conocimiento con el objetivo de las materias. Lo que no deja de manera claro cuál es el nivel el conocimiento adquirido por el estudiante en cada uno de los objetivos, sino que este es igual para todos los objetivos según la nota adquirida.

En esta etapa del desarrollo no se cuenta con los análisis de los estilos de aprendizaje de los estudiantes para verificar si existe una relación entre los estilos de aprendizaje y la aprobación de los estudiantes.

Se realizaron pruebas con lugares donde residen los estudiantes, pero no se encuentra información que sea relevante para la prueba.

V. CONCLUSIONES

Existe una brecha para detallar el dominio de conocimiento de los estudiantes según los objetivos de las materias. Es necesario trabajar en una asociación entre los objetivos y las evaluaciones para tener una métrica sobre el nivel de dominio del conocimiento de los estudiantes una vez finalizado el

curso o durante las evaluaciones. En la imagen 3 Evaluación tradicional y evaluación propuesta presenta una estrategia para medir el nivel de conocimiento de los objetivo.

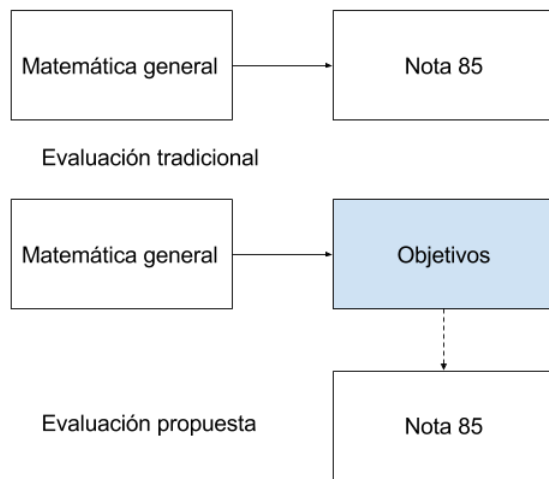


Figura 3. Evaluación tradicional y evaluación propuesta

Es necesario agregar más información al UM y contar con más materias dentro del DM para verificar y mejorar los resultados de la investigación. Además, agregar más información que de posibles asociaciones que puedan ayudar a tener indicadores de éxito para la aprobación del curso como la asistencia del estudiante.

Se debe realizar un análisis para el registro de las competencias dentro del UM.

A futuro será insumo para la recomendación de objetos de aprendizaje (LO). Su finalidad es tener una educación más personalizada basada en el nivel de conocimiento actual y esperado del estudiante.

Se puede considerar importante pronosticar si es posible predecir la aprobación del curso por parte del estudiante, pero esta respuesta sale del actual dominio del problema. Para determinar este tipo de información es necesario considerar variables como asistencia de los estudiantes a clases, actividad de los estudiantes dentro de la plataforma de aprendizaje y registro de rendimiento de la materia para periodos anteriores.

La información dentro del UM y el DM contenga servirá de insumo para la sección de los LOs como:

- Metadatos sobre el tema.
- Nivel de aprendizaje necesario.
- Nivel de aprendizaje esperado.
- Objetivos.
- Forma en que se presenta el contenido.

Por último, un punto importante es la capacitación de los docentes en el creación y desarrollo evaluaciones enfocadas en evaluar los objetivos de la materia para su medición dentro OBUM. Esto con el fin de tener la menor resistencia posible por parte de los profesores. Así en caso de que un profesor requiera volver a evaluar pueda verificar que el estudiante fortaleció sus debilidades en algún objetivo específico.

REFERENCIAS

- [1] Silvia Baldiris, Olga C Santos, Carmen Barrera, Jesus G Boticario, Jeimy Velez, and Ramón Fabregat. Integration of Educational Specifications and Standards to Support Adaptive Learning Scenarios in ADAPTAPlan. *IJCSA*, 5(1):88–107, 2008.
- [2] Benjamin S Bloom et al. Taxonomy of educational objectives. vol. 1: Cognitive domain. *New York: McKay*, pages 20–24, 1956.
- [3] Peter Brusilovsky. Adaptive hypermedia: the state of the art. *Proceedings of the East-West International Conference on Multimedia, Hypermedia, and Virtual Reality*, 1994.
- [4] Peter Brusilovsky, Sergey Sosnovsky, and Michael Yudelson. Ontology-based framework for user model interoperability in distributed learning environments. *Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2005*, 2005(1):2851–2855, 2005.
- [5] Federica Cena, Silvia Likavec, and Francesco Osborne. Propagating user interests in ontology-based user model. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 6934 LNAI, pages 299–311, 2011.
- [6] Richard M. Felder and Linda K. Silverman. Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78:674 – 681, 1988.
- [7] Christoph Fröschl. *User Modeling and User Profiling in Adaptive E-learning Systems*. PhD thesis, Graz University of Technology, Graz, Austria, 2005.
- [8] Rosario Girardi and Carla Gomes de Faria. AN ONTOLOGY-BASED TECHNIQUE FOR THE SPECIFICATION OF DOMAIN AND USER MODELS IN MULTI-AGENT DOMAIN ENGINEERING. *CLEI ELECTRONIC JOURNAL*, 7(1):11, 2004.
- [9] António Constantino Martins, Luíz Faria, Carlos Vaz de Carvalho, and Eurico Carrapatoso. User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems. *Educational Technology & Society*, 11(1):2008, 2008.
- [10] T. Pakir Moitheen and P. Sheik Abdul Khader. Framework for Personalized Learning System Using Ontology. *Asian Journal of Information Technology*, 13(7):368–374, 2014.
- [11] Steffen Staab and Rudi Studer. Handbook on Ontologies. *Decision Support Systems*, page 654, aug 2007.