

Modelo basado en conocimiento ontológico para la personalización de aplicaciones multimedia*¹

[Ontological Knowledge based Model for Personalizing Multimedia Applications]

SEBASTIÁN SASTOQUE H.², CRISTIAN NARVÁEZ A.³, MARCELA IREGUI G.⁴

RECIBO: 20.11.2013 – APROBACIÓN: 21.03.2014

Resumen

Con el fin de desarrollar aplicaciones enriquecidas en experiencias para el usuario, es importante agregar una componente de personalización a las mismas. Es así, como los procesos de diseño y construcción deben, cada vez más, centrarse en el usuario, para lo cual, es necesario interpretar sus actuaciones en determinadas circunstancias por medio de la abstracción de su entorno particular, dentro de un dominio específico. Esta abstracción es producto de la ingeniería de conocimiento, que permite representar la realidad en forma de conceptos y sus relaciones, lo cual se logra con el uso de ontologías. Este trabajo presenta el diseño de un modelo, basado en el conocimiento ontológico, que permite desarrollar aplicaciones multimedia, dinámicas y personalizadas. El modelo propuesto se basa en un sistema desacoplado, de fácil adaptación a diversas arquitecturas y aplicaciones. Además, a diferencia de

* **Modelo para la citación de este artículo:**

SASTOQUE H., Sebastián; NARVÁEZ A., Cristian & IREGUI G., Marcela (2014). Modelo basado en Conocimiento Ontológico para la Personalización de Aplicaciones Multimedia. En: Ventana Informática No. 30 (ene-jun). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 175-191. ISSN: 0123-9678

- 1 Artículo de investigación científica y tecnológica proveniente del proyecto *Sistema de recomendación para un caso de estudio en Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA)*, ejecutado en el periodo 03/2013-03/2014, e inscrito en el grupo de investigación ACCEDER de la Universidad Militar Nueva Granada. Este trabajo es producto de un proyecto financiado por Colciencias y la Universidad Militar Nueva Granada en su iniciativa de Jóvenes Investigadores.
- 2 Ingeniero en Multimedia. Joven Investigador de Colciencias, Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá D.C., Colombia). Correo electrónico: sebsasto@gmail.com
- 3 Estudiante de Ingeniería en Multimedia. Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá D.C., Colombia). Correo electrónico: elgamercitoing@gmail.com
- 4 Ingeniera Eléctrica, MSc. en Ciencias Aplicadas, PhD. en Ingeniería. Profesora Asociada, Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá D.C., Colombia). Correo electrónico: marcelairegui@gmail.com

otras propuestas involucra la relación de los componentes de la ontología con objetos multimedia que permiten mejores experiencias e interfaces para el usuario.

Palabras clave: *Aplicaciones Centradas en el Usuario, Multimedia, Ontologías, Personalización, Semántica.*

Abstract

Development of applications that improve the user experience must be as personalized as possible. Hence, the design and construction processes must be user centered. For doing so, it is necessary to interpret user actions in the context of her/his particular environment. Such abstraction is the product of an engineering knowledge process, which allows representing reality as a set of concepts and relationships, currently known as ontologies. This paper presents an ontological based model that develops dynamic and personalized multimedia applications. The proposed model is flexible, decoupled and can be adapted to different architectures and applications. Moreover, unlike other proposed models, it considers relationships between components of the ontology with multimedia objects, enabling better experiences and enriched user interfaces.

Keywords: *Personalization, Ontologies, Multimedia, Semantic, User Centered Applications.*

Introducción

En la actualidad existe un gran número de aplicaciones que hacen uso de contenidos multimedia. Ejemplo de ello, son las aplicaciones web que se crean diariamente en diferentes áreas como entretenimiento, educación, medicina y negocios, entre otros, que emplean imágenes, vídeos, textos, animaciones y audios. Sin embargo, señala Saffer (2010, 23) que a medida que el número de aplicaciones aumenta, las necesidades y exigencias de los usuarios se hacen más altas, en su mayoría buscando personalización del contenido.

Particularmente, la personalización se logra por medio de aplicaciones basadas en el comportamiento del usuario dentro de un dominio particular, permitiendo proveer interfaces gráficas y contenidos dinámicos apropiados para sus capacidades y expectativas dentro de su entorno de actuación. Para construir dichas interfaces personalizadas, el uso de material multimedia es primordial para enriquecer la experiencia

del usuario y mejorar su accesibilidad según sus intereses, los cuales son inferidos a partir del conocimiento de sus preferencias. Para Altun (2012, 692), el uso de ontologías relacionadas con un dominio de aplicación y su relación con los contenidos, permiten modelar el entorno del usuario y adquieren relevancia para comunicar, evocar y sugerir contenido personalizado.

En términos generales, el desarrollo de aplicaciones centradas en el usuario, requiere el uso de sistemas inteligentes que permiten la personalización del contenido de manera eficiente y precisa, a partir del modelado de la información, la generación de contenido semántico y su relación.

En el área de personalización de aplicaciones, se encuentran diversos trabajos que permiten la recomendación de contenidos, basados en el uso de ontologías. Por ejemplo, Adomavicius & Tuzhilin (2001, 35) proponen un marco que hace uso de perfiles de conducta de los usuarios, los cuales aportan una serie de reglas de contenido rectificadas por un grupo de operadores validadores, en un sistema de comercio electrónico. El modelo propuesto por Paralic & Kostial (2003, 27-28), utiliza las ontologías para hallar documentos médicos, comparando el concepto que el usuario quiere consultar, con los términos y sinónimos relacionados en la ontología y los documentos indexados. Frasincar, Borsje & Levering (2009, 36) proponen un sistema adaptativo para ofrecer noticias personalizadas, por medio de la jerarquización de temas, caracterización de los atributos de cada una de las noticias y la sugerencia de noticias con respecto al gusto de los usuarios. Además, Vishal & Manyak (2013, 62-67), a partir de un análisis del estado del arte de web semántica, ontologías, personalización y recuperación de información, concluyen que el uso de ontologías es adecuado en sistemas de recuperación de información, pues permiten dar una descripción detallada de un problema o dominio.

Por otro lado, Dolog et al. (2004, 170) proponen un modelo que permite la personalización en un ambiente de aprendizaje virtual basado en Web semántica, que involucra el uso de ontologías para crear restricciones en cuanto al contenido que se presenta al usuario teniendo en cuenta las preferencias del mismo. Muñoz & Aguilar (2009, 149) exponen un modelo ontológico, en el cual se definen los conceptos, restricciones y operaciones que se pueden utilizar en bases de datos multimedia que almacenan la ubicación del contenido y sus metadatos. Por su parte, Vesin et al. (2013, 237), presentan un sistema de tutoriales denominado *Protus*, compuesto por diversas ontologías que dependen de la componente o temática que el usuario quiera tratar.

Arch-int & Anontachai (2012, 339) usan ontologías en sistemas de información multimedia, particularmente, la técnica de mapeo de ontologías, para establecer una relación entre el dominio del usuario y del dominio de aplicación. Además, emplean componentes audiovisuales, vistos de manera independiente y anotados previamente, para que el sistema los relacione con la ontología, sin embargo no existen conceptos asociados, con múltiples componentes interrelacionados, en un objeto multimedia. Por su parte, Yelmo, Martín & San Miguel (2012, 268) proponen un modelo que realiza búsqueda de contenido multimedia por medio de anotaciones semánticas y descripción de contenido realizados en MPEG-7, que tiene en cuenta las preferencias del usuario y el contexto de la búsqueda. No obstante, este trabajo no aborda las posibles relaciones entre el contenido resultante de la búsqueda ni demuestra hacer uso de las ontologías ni sus métodos de creación y validación.

Este trabajo presenta un modelo basado en el conocimiento ontológico que permite la personalización de aplicaciones multimedia, por medio del conocimiento y del modelado del sistema con respecto a las preferencias del usuario. El modelo propuesto se presenta como una alternativa para el desarrollo de diversas aplicaciones que requieran contenido personalizado para el usuario y cuyo objetivo sea incrementar su satisfacción, mediante la pertinencia de la información presentada, la riqueza de la experiencia y los altos índices de accesibilidad de la aplicación. El modelo emplea ontologías para representar el conocimiento del usuario y su dominio, teniendo en cuenta que a partir de los resultados obtenidos en Vishal & Manyak (2013, 62) y Frasinca, Borsje & Levering (2009, 36) se evidencia la ventaja de utilizar ontologías para representar el conocimiento, ya que el uso de las mismas, permite hacer búsquedas independientes del contenido sintáctico y semántico de la información multimedia y brinda la posibilidad de relacionar conceptos obteniendo una precisión deseable en los sistemas personalizados. Adicionalmente, el modelo define objetos semánticos que permiten establecer relaciones múltiples entre diferentes medios (objetos multimedia) que representen un mismo concepto del dominio.

El presente artículo está organizado así: en la primera sección se introduce el fundamento teórico utilizado en este trabajo, en la segunda sección se describe el modelo de datos, en la tercera sección se describe el modelo de aplicación y sus componentes, en la cuarta sección se presentan los resultados y la discusión. Finalmente en la quinta sección se plantean las conclusiones y el trabajo futuro.

1. Fundamento teórico

Una Ontología define los términos y las relaciones comprendidas en el vocabulario de un dominio específico, así como las reglas para combinarlos permitiendo definir inferencias del dominio. Es decir, no sólo incluye los términos definidos explícitamente en ella, sino también aquellos que pueden ser deducidos a través de reglas. La definición más conocida en la literatura es dada por Gruber (1995, 907), quien define una ontología como: *«una especificación explícita de una conceptualización, es decir, que proporciona una estructura y contenidos de forma explícita que codifica las reglas implícitas de una parte de la realidad; estas declaraciones explícitas son independientes del fin y del dominio de la aplicación en el que se usarán o reutilizarán sus definiciones»*. Las ontologías resultan muy útiles para facilitar el razonamiento automático, es decir, sin intervención humana. Partiendo de reglas de inferencia, un motor de razonamiento puede usar los datos de las ontologías para inferir conclusiones.

Para la creación de cualquier ontología es necesario contar con una metodología específica. Entre las más conocidas se encuentran *Methontology*, *On-To-Knowledge* y *Ne-On*, las cuales difieren en los pasos a seguir para crearla, sin embargo, de acuerdo con Guzmán, López & Durley (2012, 134-137), convergen en tres fases principales:

- La especificación consiste en la definición de los objetivos, alcance y nivel de formalidad de la ontología, además, se define el propósito por el cual se construye, traducido en función de unas preguntas competencia,
- La adquisición del conocimiento, consiste en recopilar información referente al dominio de la ontología a través de diferentes estrategias (lluvias de ideas, entrevistas, análisis de documentos, etc.), y
- La conceptualización significa la materialización de la ontología, es decir, la estructuración del conocimiento del dominio.

Por otro lado, vale destacar la existencia de herramientas que utilizan diferentes lenguajes y permiten la creación de ontologías (*Protégé*, *WebODE*, *OntoEdit*, etc.), caracterizados por su continua evolución y construcción en sintaxis XML o RDF(S) como *OIL (Ontology Inference Layer)*, *DAML (DARPA Agent Mark-Up Language)* y *OWL (Web Ontology Language)*.

Por su parte, los razonadores son utilizados para generar conocimiento a través de la inferencia y la capacidad para crear información haciendo uso de los datos contenidos en una Ontología. Existen diferentes tipos de razonadores, de los cuales, para Rodríguez, Montañó & Martínez

(2010, 26), los más utilizados por su capacidad de realizar inferencias son los de lógica descriptiva (como *Fact++*, *Pellet*, *Racer-Pro* y *HermiT*), cuyas ventajas son la validación de la consistencia y cumplimiento de conceptos de una ontología, clasificación y resolución de consultas durante la recuperación de información, y precisión sobre los conceptos de la jerarquía.

2. Metodología

En este trabajo se presenta un modelo de arquitectura desacoplado en varias componentes y que integra la propuesta de un modelo de datos adaptado a las características de personalización y multimedia.

2.1 Modelo de Datos

El modelo de datos propuesto divide la información en tres almacenes diferentes como se muestra en la figura 1:

- El almacén de datos del negocio, contiene la información referente al usuario (atributos de personalización) y los datos necesarios para realizar la lógica del negocio (estadísticas, probabilidades, caracterizaciones, patrones, etc.).
- El almacén de *objetos semánticos* y *objetos multimedia* contiene la información asociada a un concepto específico, el cuál puede contener metadatos, descripciones, marcadores, apuntadores a contenido multimedia, entre otros.
- El almacén de contenido multimedia, guarda el contenido en forma binaria, que está relacionado en los *objetos multimedia* como imágenes, vídeos, animaciones y audios.

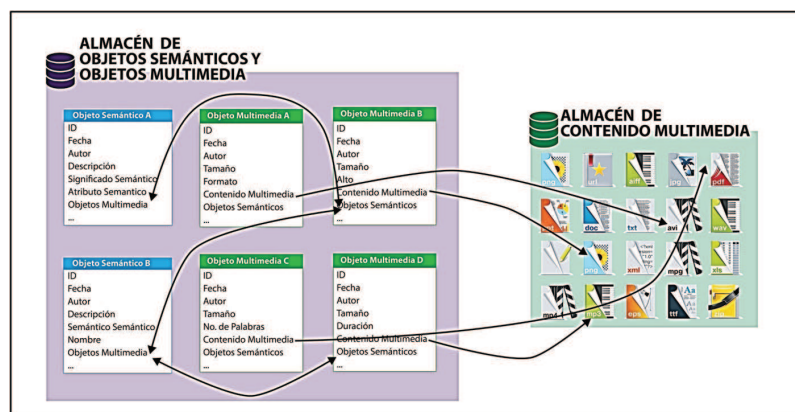


Figura 1. Modelo de Datos

Este modelo de datos permite el desacoplamiento de la información, lo cual presenta una ventaja al momento de realizar su recuperación y actualización, ya que los datos y el contenido multimedia se recuperan y modifican únicamente en el momento que es requerido, de tal manera que un cambio en el almacén de datos no afecta los otros almacenes y viceversa.

En el ámbito de esta propuesta, un *objeto semántico* (OS) es definido como una entidad que permite la representación de un concepto de la ontología y contiene toda la información relacionada con este. Dentro de sus componentes se encuentran diversos metadatos (Autor, fecha de creación y modificación, descripciones, información semántica, entre otros) y referencias a *objetos multimedia* que ayudan a representar su significado. Por su parte, un *objeto multimedia* (OM) es una entidad que referencia un contenido audiovisual, posee todos los metadatos característicos del mismo (autor, fecha, tamaños, formato, duración, etc.) y guarda las relaciones del contenido con un *objeto semántico*. Partiendo de lo anterior, el número y tipos de *objetos semánticos* dependen de las clases de la ontología, mientras que los *objetos multimedia* dependen del tipo de contenido multimedia que contiene la aplicación (Texto, vídeo, imagen, animación, sonido, etc.). Por otro lado, un OM por sí solo no representa ningún concepto dentro del dominio, sin embargo, al estar relacionado con uno o varios OS adquiere un significado dependiendo de dichas relaciones. De esta manera se crea una relación bidireccional entre el concepto y el contenido multimedia, en la cual se puede obtener información de un concepto desde el OS o el OM.

Por ejemplo, en la figura 2 el objeto multimedia B adquiere el significado semántico de los objetos semánticos A y B a partir de sus relaciones. Por otro lado, el OS B puede ser representado por los OM B y D. Además, los objetos multimedia A y C, a pesar de poseer una relación con un contenido multimedia, no tienen significado alguno por no estar relacionados con algún objeto semántico. Finalmente, pueden existir múltiples relaciones entre los objetos semánticos y los objetos multimedia, y a su vez, un objeto multimedia sólo puede estar relacionado con un contenido.

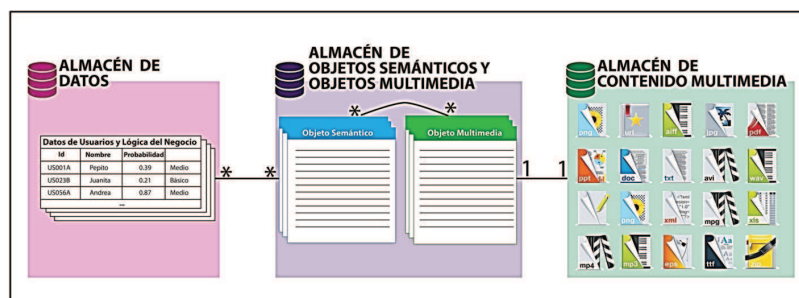


Figura 2. Ejemplo de las relaciones entre los objetos semánticos, objetos multimedia y contenido multimedia

Los contenidos específicos como imágenes, textos, audios, videos y animaciones en formato binario se almacenan en un repositorio específico (Almacén de contenido Multimedia), para permitir el acceso a los mismos de manera independiente y tener la capacidad de realizar distribución flexible (*streaming*). Estos están referenciados en el *objeto multimedia* permitiendo que un mismo contenido esté asociado a múltiples conceptos sin la necesidad de anotarlos semánticamente. Lo anterior, permite la organización eficaz de la información en el almacén y mejora los procesos de búsqueda semántica, al no ser necesario acceder a un banco de anotaciones para recuperar el contenido asociado.

2.2 Modelo de Aplicación

El modelo propuesto en este trabajo posee cuatro componentes como se muestra en la figura 3. El usuario interactúa con el modelo a través del *Componente de Interacción del Usuario (CIU)*, el cual presenta la información, interpreta las interacciones del usuario y envía las peticiones al *Administrador Centrado en el Usuario (ACU)*. El ACU actúa como intermediario entre el contenido multimedia y el *Componente de Representación del Dominio (CRD)*, establece todas las reglas y procesos de personalización que deben aplicarse para formalizar el conocimiento de un usuario específico. Por su parte el CRD conoce la ontología y realiza las inferencias lógicas a la misma, para establecer las relaciones necesarias y generar nueva información a partir de ellas. Finalmente, el *Controlador de Información (CI)* administra los tres almacenes del modelo de datos, para realizar su recuperación, indexación o modificación.

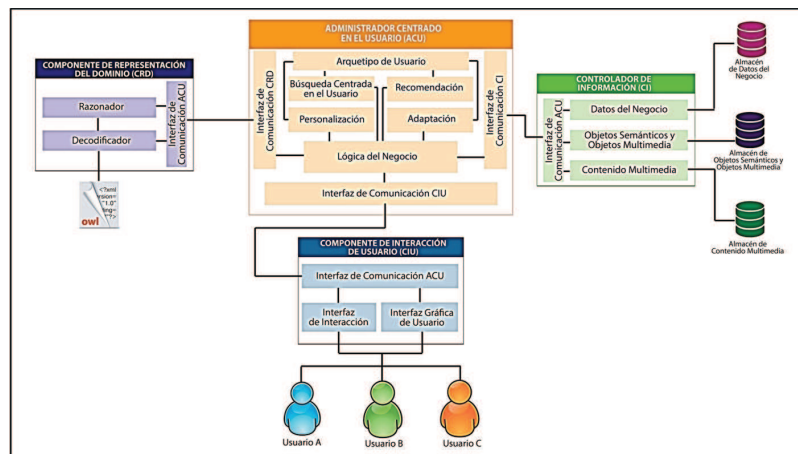


Figura 3. Modelo de aplicación

El proceso general que se lleva a cabo en el modelo, se describe en la figura 4, aunque este puede presentar variaciones según el tipo de aplicación y el contexto de uso de la misma.

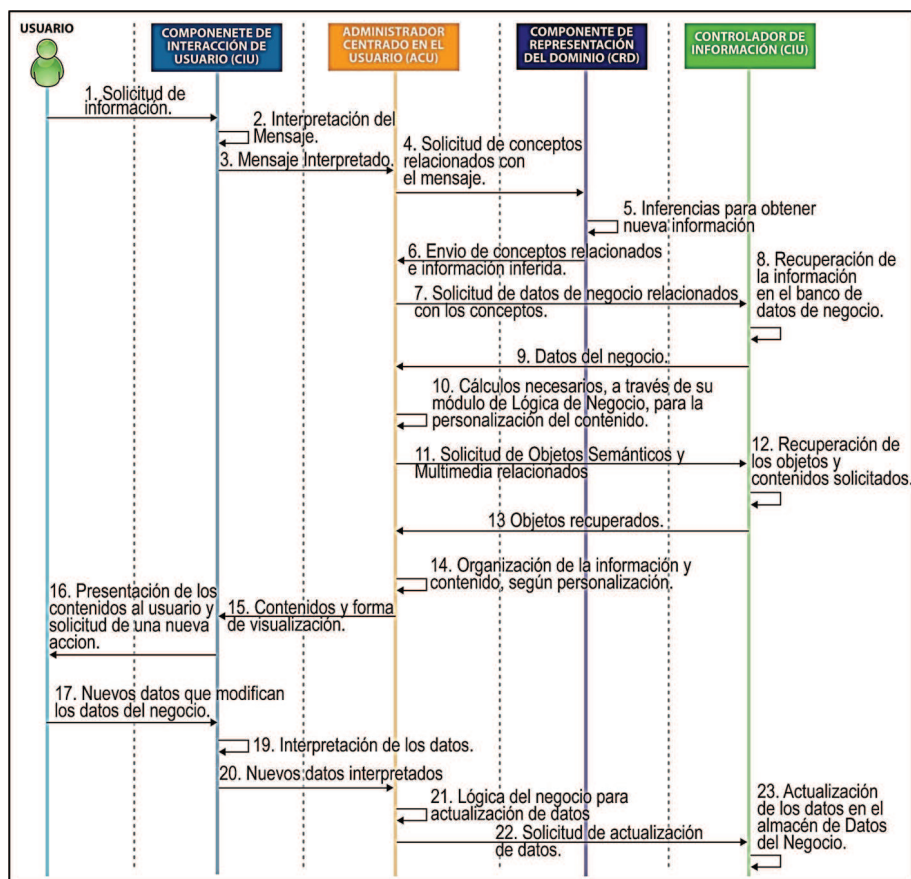


Figura 4. Flujo de trabajo del modelo de aplicación

2.2.1 Componente de Interacción de Usuario. El *Componente de Interacción de Usuario (CIU)* es el puente entre el usuario y el *Administrador Centrado en el Usuario (ACU)*. Este componente debe ser lo más flexible posible, ya que la forma de interacción dependerá de las necesidades de la persona y de las capacidades de los dispositivos que se utilicen para dicho fin.

Posee dos módulos principales, la Interfaz de Interacción y la Interfaz Gráfica de Usuario. Estos dos módulos varían de acuerdo con el número de las opciones, su aspecto, las capacidades de visualización y procesamiento del hardware, o las características de los contenidos.

Concretamente, este componente permite establecer dependencias entre la información y las propiedades de los objetos multimedia y los procesos de interacción. Además, el *CIU* define procesos basados en reglas (iteraciones, recursión y condicionales) que actualizan automáticamente la forma en que la persona interactúa con la aplicación, dependiendo de la información y contenido que se está presentando.

Por otro lado, la interfaz gráfica de usuario debe ser totalmente personalizable y dinámica, de tal manera que se adapte a las condiciones tanto del usuario como del sistema. Una interfaz con capacidades para ajustarse automáticamente a un entorno cambiante, requiere una representación adecuada de sus propias componentes, tanto para razonar sobre ellas, como para construirlas o modificarlas. Para esto, se presentan los paradigmas basados en modelos, los cuales proponen la modelización de las interfaces mediante descripciones declarativas (modelos) que incluyen explícitamente información semántica de alto nivel sobre el diseño, y relativa, en particular, a los aspectos que han de ser objeto de actualización y construcción dinámica, en concordancia con Pons, Giandini & Pérez (2010, 47).

2.2.2 Administrador Centrado en el Usuario. El *Administrador Centrado en el Usuario (ACU)* analiza y conoce las acciones del usuario y predice los posibles requerimientos del mismo, para presentar la información personalizada pertinente. Esto se logra con diversas técnicas de inteligencia artificial que permiten el manejo de los datos en la aplicación y los cálculos necesarios para obtener una aproximación eficiente y precisa de la información deseada. Estas técnicas de inteligencia artificial varían según la aplicación y el dominio que se desee trabajar. Para ello es necesario realizar un análisis de la lógica del negocio, determinando así las técnicas que satisfagan las necesidades del mismo, como los agentes inteligentes, los modelos matemáticos, los análisis estadísticos y de probabilidad y el reconocimiento de patrones, entre otros.

Además, de todas las técnicas de inteligencia artificial utilizadas para la recomendación de contenido personalizado, se puede utilizar, señalan Pons, Giandini & Pérez (2010, 41), un paradigma basado en tareas, para apoyar el modelado de los procesos que el usuario puede llevar a cabo en la aplicación, el cual consiste en una descomposición jerárquica que relaciona las tareas abstractas del dominio de la aplicación (emitir una factura, dar de alta a un paciente, planificar calendarios laborales, comprar un vestido), con subtareas y acciones elementales de interacción básicas que son propias de la interfaz (pulsar botones, escribir texto, arrastrar iconos). En este caso en particular el modelo de tareas, no se utiliza para la generación de interfaces gráficas, sino debe desempeñar un papel descriptivo, con el objetivo de ser usado

por otras herramientas que generen servicios añadidos en tiempo de ejecución, y que requieren un análisis del diálogo que lleva a cabo el usuario con la interfaz.

En esta propuesta, se sugieren seis módulos que deben integrar el ACU, algunos de ellos basados en el trabajo desarrollado por Yelmo, Martín & San Miguel (2012, 266), además de las interfaces de comunicación con los otros componentes del modelo:

- Arquetipo de Usuario: representa patrones de conducta, objetivos y necesidades del usuario por medio de la obtención de información explícita (los usuarios introducen personalmente esta información) e información implícita (extraída a partir de la actividad o interacción del usuario con la aplicación y su entorno, sin intervención directa por su parte). A diferencia de un modelo de usuario que busca clasificar el usuario dentro de un grupo, el arquetipo busca representar al usuario en sí mismo, en el que cada cual puede controlar la creación y evolución de su arquetipo.
- Búsqueda Centrada en el Usuario: Es la selección de un subconjunto de contenidos, basada en una petición de búsqueda del usuario (estructurada o no estructurada), que se realiza a partir del arquetipo de usuario para mejorar la precisión y relevancia de la información a mostrar.
- Recomendación: Es la selección de contenidos relevantes, a partir del arquetipo de usuario, su comportamiento y datos del negocio, sin la necesidad de la intervención del usuario.
- Personalización: Es la selección de un contenido específico de entre un grupo de contenidos equivalentes, es decir, seleccionar un contenido utilizando el arquetipo de usuario entre versiones diferentes o similares del mismo contenido.
- Adaptación: Es la transformación de un determinado contenido para adaptarlo mejor al contexto del usuario.
- Lógica del Negocio: Utiliza el arquetipo de Usuario, técnicas de inteligencia artificial, paradigmas basados en tareas, búsquedas centradas en el usuario, recomendación, personalización, adaptación, conocimiento del dominio y la lógica del negocio, entre otros, para tomar decisiones acerca del contenido e información adecuada que está solicitando el usuario y su forma de representarlo. Dicho de otra manera, es el cerebro del modelo.

2.2.3 Componente de Representación del Dominio. Como lo demuestran Paralic & Kostial (2003, 28), Franciscar, Borsje & Levering (2009, 51) y Vishal & Manyak (2013, 62), las aplicaciones basadas en

ontologías y la inferencia se consideran un medio prometedor para el desarrollo de aplicaciones personalizadas. De esta manera, por medio de una ontología es posible representar el conocimiento del usuario y su dominio, a partir del modelo de negocio de la aplicación y de las posibles preferencias del usuario. Es así, como el *Componente de Representación del Dominio (CRD)* posee la capacidad de realizar inferencias y búsquedas en la ontología para proveer al ACU el conocimiento necesario del dominio.

El CRD consta de dos módulos principales: el *Razonador*, capaz de realizar inferencias y generar información a partir del dominio de la ontología y el *Decodificador* que conoce la codificación del archivo que contiene la ontología y está en la capacidad de interpretarla.

2.2.4 Controlador de Información. El *Controlador de Información (CI)* administra los datos del sistema, es decir, tiene la capacidad para consultar, modificar, crear y eliminar la información contenida en los diferentes almacenes de datos. Posee tres módulos diferentes (Datos del Negocio, Objetos Semánticos y Objetos Multimedia, Contenido Multimedia) que administran cada almacén del modelo de datos.

3. Resultados y discusión

Para validar el modelo se implementó un caso de estudio en el dominio de las cadenas de cines, para la recomendación y personalización de funciones. Este caso de estudio presenta un ejemplo claro de la utilidad del modelo, ya que requiere representación del conocimiento del dominio, y sistemas de personalización. Además, posee gran cantidad de contenido audiovisual relacionado con el dominio, en constante actualización y mantenimiento, lo cual exige un modelo altamente desacoplado.

El diseño del caso se planteó utilizando una arquitectura de dos niveles: Cliente y Servidor. El Cliente, compuesto por el CIU, se desarrolló en *HTML5*, *JavaScript* y *CSS3*. El Servidor, que comprende el ACU, CRD y CI, se implementó en el *Google App Engine (GAE)* con lenguaje *Java*. Por su lado, para realizar cuestionamientos a la Ontología, desarrollada en *Protégé* y *OWL 2.0*; el CRD emplea *OWL API* como Decodificador, *Pellet* como Razonador y *Manchester QuerySyntax* como Lenguaje de Inferencias. Finalmente, a partir de los servicios prestados por el GAE, los Almacenes de Datos del Negocio y de Objetos Semánticos y Objetos Multimedia se alojaron en el *Datastore API* (Almacenamiento persistente en tablas *BigTable*) y el Almacén de Contenido Multimedia en el *Blobstore API* (Almacenamiento persistente de archivos en forma binaria).

El modelo presentado se evaluó comparativamente con otras propuestas similares, para determinar su comportamiento frente a múltiples propiedades, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación entre diferentes modelos de aplicaciones y el presentado en este trabajo

	Características													
	Flexibilidad	Desacoplamiento	Escalabilidad	Configurabilidad	Mantenibilidad	Portabilidad	Reusabilidad	Preferencias del usuario	Recomendación	Uso contenido multimedia	Representación del conocimiento	Semántica contenido.	Relación contenido y conocimiento	Cohesión semántica datos
Adomavicius & Tuzhilin (2001)	x		x		x	x		x	x					
Paralic & Kostial (2003)			x						x		x			
Dolog et al. (2004)	x					x	x	x		x	x			
Muñoz & Aguilar (2009)						x	x		x	x	x			
Frasincar, Borsje & Levering (2009, p)					x				x		x			
Arch-intAnontachai (2012)	x			x				x	x	x	x		x	
Yelmo, Martín y San Miguel (2012)	x		x			x		x	x	x			x	
Vesin et al. (2013)			x			x		x		x	x			
Sastoque, Narváez & Iregui (2013)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Parlic & Kostial (2003, 27-28) Frasincar, Borsje & Levering (2009, 35-53) y Vesin et al. (2013 240-257), hacen uso de las ontologías para agregar un significado semántico a las aplicaciones, sin embargo no plantean vincular los conceptos semánticos con objetos abstractos representados en imágenes, vídeos, animaciones, sonidos y textos. La diferencia principal de estos modelos con el modelo presentado en este trabajo, es la relación que se propone entre los conceptos de la ontología y objetos semánticos capaces de representarlos por medio de diferentes contenidos multimedia, lo que permite enriquecer la presentación de los datos con contenido audiovisual.

Dolog et al. (2004, 171-177) y Muñoz & Aguilar (2009, 150-158), proponen utilizar contenido multimedia a partir de una ontología, sin embargo su uso se realiza de manera individual, no presenta una

organización en la información y no posee relaciones semánticas asociadas al dominio de la ontología. Por el contrario, el modelo propuesto en este trabajo define los objetos semánticos como eje principal de la aplicación, los cuales están asociados directamente con conceptos semánticos de la ontología, permitiendo así enriquecer tanto la aplicación como la ontología. Esto presenta una ventaja significativa en la organización de la información y el enriquecimiento de los conceptos, ya que cada uno tiene un objeto multimedia asociado, que permite una mejor representación.

Por otro lado, Adomavicius & Tuzhilin (2001, 36-55), Dolog et al. (2004, 171-177) y Vesin et al. (2013, 240-257), para lograr la personalización de la aplicación, emplean ontologías para modelar el comportamiento del usuario, teniendo en cuenta el dominio en estudio. Si bien, estos modelos son válidos, generan una gran restricción en la personalización, ya que, para realizar los procesos de recomendación, el usuario es clasificado en una categoría dentro de la ontología; haciendo que el contenido se acople demasiado a un perfil específico. En el modelo presentado, la ontología es independiente del usuario, todas las tareas, reglas y la lógica del negocio son integradas en el ACU, flexibilizando la aplicación, ya que un cambio en el comportamiento del usuario, se ve reflejado únicamente en el ACU y no se requiere hacer modificaciones a la ontología y los contenidos asociados al usuario.

La mayor cercanía se encuentra con Arch-int & Anontachai (2012, 341-346), quienes emplean ontologías para modelar un dominio particular y la enriquecen utilizando contenido multimedia, así como con Yelmo, Martín & San Miguel (2012 266-269), que propone un modelo de recuperación de contenido multimedia según el perfil y contexto del usuario. Sin embargo, en dichos trabajos, el contenido debe ser anotado individualmente para poder relacionarse con la ontología o el perfil del usuario, haciendo que la aplicación sea demasiado acoplada, generando complejidad computacional al momento de buscar las anotaciones que corresponden al concepto y asociarlos con múltiples contenidos. El modelo propuesto en este trabajo, por el contrario, asocia el concepto a un único objeto multimedia que contiene indexados todos los contenidos asociados a dicho concepto, haciendo que las búsquedas sean menos exhaustivas, disminuyendo su complejidad computacional. Además presenta la posibilidad de relacionar un contenido con múltiples conceptos, sin tener que generar múltiples anotaciones al contenido.

Teniendo en cuenta lo anterior, la principal fortaleza del modelo propuesto es su diseño desacoplado, es decir que permite actualizar cualquiera de sus componentes sin tener que realizar grandes cambios en el resto del modelo, permitiendo gran versatilidad y adaptabilidad.

Partiendo de que un mismo objeto semántico, se indexan múltiples contenidos y se logra mayor personalización de la aplicación, ya que se tienen en cuenta, no sólo las relaciones conceptuales o semánticas, sino las preferencias en la forma de representación de un concepto. Por otro lado, el uso de la ontología representa un dominio particular, relacionando diferentes conceptos representados por un objeto semántico. Además, el modelo de datos presentado, permite el desacoplamiento de la información de tal manera que no es necesario la anotación directa en el contenido. La principal ventaja de esto, es que si es necesario cambiar un contenido específico, por ejemplo una imagen, no se requiere realizar modificaciones en el objeto multimedia si no directamente en el archivo del contenido. Adicionalmente, efectuar modificaciones en el modelo de datos y la lógica del negocio no implica alterar la ontología, los objetos multimedia ni su contenido asociado, de tal manera que es posible realizar cambios en la lógica de las aplicaciones sin afectar la información contenida en el objeto multimedia y los conceptos de la ontología.

Este modelo podría verse aplicado en diversos campos, por ejemplo, en sistemas de recuperación de información, comercio electrónico, aprendizaje, entretenimiento, comunicación alternativa y aumentativa y médicos, entre otros. Particularmente en el campo de la comunicación para personas con trastornos de lenguaje, el modelo permitiría expresar mensajes sintácticamente correctos basados en relaciones semánticas, para transmitir ideas, experiencias, sentimientos y pensamientos, por medio de la personalización del sistema y del uso de contenidos gráficos y multimedia, adaptándose a diferentes trastornos (afasia, disfasia, Alzheimer, etc.).

Finalmente, el modelo propuesto es general, y puede ser implementado sobre diversos tipos de arquitecturas gracias a la separación entre las capas de interfaz, datos y aplicación, permitiendo de esta manera, combinar diversas tecnologías para su implementación. Sin embargo, de acuerdo con Velte & Elsenpeter (2011, 29-31), se sugiere utilizar servicios en la nube por las capacidades del *Cloud Computing* de escalamiento, elasticidad, almacenamiento, independencia, actualizaciones automáticas, mantenimiento, facilidad de implementación y acceso, entre otras. Por ejemplo, si el modelo es utilizado en un ambiente de escritorio, un cambio en la lógica del negocio o en algún componente del modelo implicaría una nueva distribución de la aplicación y su correspondiente actualización e instalación por parte del usuario; en cambio, al utilizar el modelo en una aplicación alojada en servicios en la nube, dicho cambio se daría de manera automática, sin la necesidad de la intervención del usuario.

5. Conclusiones

En este trabajo se presenta el diseño de un modelo basado en ontologías que concibe el uso de objetos semánticos y multimedia para aplicaciones personalizadas. El modelo posee características como el desacoplamiento, flexibilidad y versatilidad que permiten adaptarlo a diversos entornos de aplicación, mediante el uso de arquitecturas por capas.

El modelo propuesto presenta como principal ventaja el desacoplamiento entre el contenido, la ontología, las interfaces y los componentes de personalización, lo cual permite el desarrollo de cualquier tipo de aplicación enriquecida con contenido multimedia, que requiera personalización dentro de un dominio.

Por otro lado, la versatilidad hace que el modelo propuesto resulte válido para cualquier tipo de aplicación y ofrece alternativas de personalización, dinamismo en los contenidos y permite la especificación de las reglas del negocio. Lo anterior gracias al uso de ontologías, las cuales permiten la definición del usuario y de las reglas del negocio. Este modelo es especialmente valioso en aplicaciones que requieran altos índices de accesibilidad y recomendación, por ejemplo, dirigidas a personas en condición de discapacidad.

6. Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren agradecer al grupo de investigación ACCEDER, en especial a Daniela Mancilla por su colaboración. Este trabajo fue financiado por la Universidad Militar Nueva Granada, proyecto ING-PIC-1286 y Colciencias en su iniciativa de Jóvenes Investigadores.

Referencias bibliográficas

- ADOMAVICIUS, Gediminas & TUZHILIN, Alexander (2001). Expert-Driven Validation of Rule-Based User Models in Personalization. In: Data Mining Knowledge Discovery, Vol. 5, No. 1-2 January. Hingham (USA): Kluwer. p. 33-58. ISSN: 1384-5810.
- ALTUN, Arif (2012). Ontologies for Personalization: A new challenge for instructional designers. In: Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol 64, (Nov.), p. 691-698. ISSN: 1877-0428.
- ARCH-INT, Ngamniij & ANONTACHAI, Chatkamon (2012). Personalized Multimedia Integration for the Heterogeneous Museum Systems Using the Ontology Mapping Approach. En: Journal of Service Science and Management. Vol. 5. No.4 (Dic.). p. 339-347. ISSN: 1940-9907.
- DOLOG, Peter; HENZE, Nicola; NEJDL, Wolfgang & SINTEK, Michale (2004). Personalization in distributed e-learning environments. In: 13th international World Wide Web conference, WWW 2004 (17-22/05/2004), New York (MY, USA): ACM –IW3C2. Proceedings of the WWW 2004., p. 170-179. ISBN: 1-58113-912-8.
- FRASINCAR, Flavius; BORSJE, Jethro & LEVERING, Leonard (2009). A semantic web-based approach for building personalized news services. In: International Journal of E-Business Research, IJEBR, Vol. 5, No. 3 (Ago.). Illinois (USA): Quarterly. Est. p. 35-53. ISSN: 1548-1131.
- GRUBER, Thomas (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In: International journal of human-computer studies, Vol. 43, No. 5 (Nov.). Philadelphia (PA, USA): Elsevier. p. 907-928. ISSN: 1071-5819.
- GUZMÁN, Jaime; LÓPEZ, Mauricio & DURLEY, Ingrid (2012). Metodologías y métodos para la construcción de ontologías. En: Scientia et Technica, Vol 2, No. 5 (Abr). Pereira (Colombia): Universidad Tecnológica de Pereira. p. 133-140. ISSN: 0122-1701.
- MUÑOZ, Ana & AGUILAR, José (2009). Modelo Ontológico para bases de datos multimedia. En: Ciencia e Ingeniería, Vol. 30, No. 2 (abr-jul). Mérida (Venezuela): Universidad de los Andes. p. 149-160. ISSN: 1316-7081.
- PARALIC, Jan & KOSTIAL, Ivan (2003). Ontology-based information retrieval [online]. In: 14th International Conference on Information and Intelligent systems, IIS 2003 (08-10/09/2003). Varazdin (Croatia): WASET. Proceedings of the IIS 2003, p 23-28. ISBN: 953-6071-22-3. <<http://people.tuke.sk/jan.paralic/papers/IIS03.pdf>> [consult: 23/03/2014]
- PONS, Claudia; GIANDINI, Roxana & PÉREZ, Gabriela (2010). Desarrollo de Software Dirigido por Modelos. En Conceptos teóricos y su aplicación práctica, La Plata (Argentina): Universidad Nacional de La Plata – McGraw Hill Educación. 279 p. ISBN: 978-950-34-0630-4.
- RODRÍGUEZ, Claudia; CANO, William & MARTÍNEZ, Mauricio (2010). Razonadores semánticos: un estado del arte. En: Ingenium, Vol. 11, No. 21 (Jul). Bogotá (Colombia): Universidad de San Buenaventura. p. 26-36. ISSN: 0124-7492.
- SAFFER, Dan (2010). Designing for interaction; creating smart applications and clever devices. 2 ed. Berkeley (USA): New Riders. 492 p. ISBN: 978-0-321-64339-1.
- VELTE, Toby; VELTE, Anthony & ELSENPETER, Robert (2011). Cloud Computing, A Practical Approach. 2 ed. New York. (USA): McGraw-Hill Osborne Media. 352 p. ISBN: 978-007-162-694-1.
- VESIN, Boban; IVANOVIĆ, Mirjana; MILIĆEVIĆ, Aleksandra & BUDIMAC, Zoran (2013). Ontology-based architecture with recommendation strategy in java tutoring system. In: Computing Science and Information System, Vol. 10, No. 1 (Ene). Belgrade (Serbia): Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia. p. 237-261. ISSN: 1820-0214.
- VISHAL, Jain & MAYANK, Singh (2013). Ontology Based Information Retrieval in Semantic Web: A Survey. In: International Journal of Information Technology and Computer Science, IJITCS, Vol. 5, No.10 (Sep). Hong Kong: MECS Publisher. p. 62-69. ISSN: 2074-9015.
- YELMO GARCÍA, Juan Carlos; MARTÍN GARCÍA, Yod Samuel & SAN MIGUEL GONZÁLEZ, Beatriz (2011). Modelado Semántico y Centrado en el Usuario de Servicios Adaptados al Contexto de Uso [en línea]. En: Congreso Ibero-americano de Telemática, CITA 2011 (16-18/05/2011) Gramados (Rio Grande do Sul, Brasil): Sociedad Brasileña de Computación (SBC) - Grupo de Sistemas de Información del PPGC. Cadernos de Informática, Vol. 6, No. 1. Porto Alegre (Brasil): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 265-268. ISSN: 1519-132X. <<http://seer.ufrgs.br/index.php/cadernosdeinformatica/article/view/v6n1p265-268/11813>> [consulta: 28/03/2014]