

Un Observatorio Tecnológico proactivo a partir del Modelado Social

Mailyn Moreno Espino
Alejandro Rosete Suárez
Alternán Carrasco Bustamante
Yahima Hadfeg Fernández
Martha Dunia Delgado Dapena

En este trabajo se expone cómo se pueden capturar las necesidades proactivas de un Observatorio Tecnológico siguiendo el enfoque de modelado social. Además se muestra la inclusión de comportamientos proactivos a un Observatorio Tecnológico utilizando la filosofía de agentes para lograr mantener a los usuarios actualizados con solo saber sus intereses. Se desarrolló una prueba piloto con 30 usuarios. Se utilizó la encuesta para medir resultados. El modelado social aplicado ayudó a entender las relaciones entre los actores que forman inicialmente parte del entorno a analizar y donde se pretende implantar el sistema de información. El Observatorio Tecnológico desarrollado constituye una herramienta para la colaboración, apoyo al trabajo académico y soporte a las investigaciones de una organización I+D+i. La inclusión de características proactivas en un Observatorio Tecnológico mejora el rendimiento del mismo.

Palabras clave: observatorio tecnológico, vigilancia tecnológica, modelado social, proactividad, agente de información, agentes inteligentes, gestión del conocimiento.

RESUMEN

ABSTRACT

This paper discusses how can capture the needs of a proactive Technological Observatory following the approach of social modeling. Besides is shown the inclusion of a proactive behaviors to the Technological Observatory using the philosophy of agents in order to maintain updated users just by knowing their interests. A pilot test with 30 users was developed. The survey was used to measure results. The applied social modeling helped to understand the relationships between the actors who originally take part of the environment to analyze and which is intended to implement the information system. The developed Technology Observatory is a tool for collaboration, support academic work and research to support an organization I + D + i . The inclusion of proactive features in a Technological Centre improves its performance.

Keywords: Technology Observatory, technological surveillance, social modeling, proactivity, information agent, intelligent agents, knowledge management.

Introducción

La gran cantidad de fuentes de datos y el crecimiento acelerado de las mismas hacen complejo encontrar información deseada. Es preciso hallar una manera de identificar las intenciones y necesidades de los usuarios para disminuir el trabajo de búsqueda de información y que la misma

se pueda obtener de forma más rápida y precisa. La vigilancia tecnológica es una de las formas de gestionar el conocimiento, más específicamente es la gestión de la información generada y necesaria para la investigación y el desarrollo (Rey Vázquez, 2009). La vigilancia tecnológica puede verse como la vigilancia del entorno

se ocupa del descubrimiento de hechos que pueden condicionar el futuro (Zaintek, 2003). Un Observatorio Tecnológico (OT) es una aplicación que permite hacer vigilancia tecnológica. Aunque no existe un concepto unificado y oficial que se pueda utilizar de un OT, de forma general se dice que es un sistema que mide

y procesa elementos concernientes a fuentes de datos deseadas, para aliviar el trabajo de buscar información relevante que tribute al trabajo o intereses personales de los usuarios, gracias a la integración de información circunscrita a temas determinados, que provee de informes, resúmenes y alertas, que permitan a los usuarios tomar decisiones (de la Vega, 2007).

Otros lo ven como una herramienta que reconoce cambios en las fuentes de información que procesa, gestiona y observa; por lo tanto, puede avisar de ciertas variaciones o diferencias en parámetros que evalúa, generando información valiosa con un alto nivel de importancia al ser actual y novedosa, que puede ser utilizada por los receptores que tengan interés en dicha información (Matsatsinis, 2003; Piñeiro, 2010; Ruey Shun y Duen Kai, 2008).

Como se plantea, un OT funciona principalmente para dar respuesta a los intereses de sus usuarios. Cuando se desea construir un OT es esencial estudiar mecanismos que permitan responder los intereses de los usuarios con la menor intervención humana. La situación de la intervención humana aún no tiene una respuesta acertada, muchos OT operan gracias a las personas que trabajan dándole soporte, buscando, procesando, resumiendo, colocando noticias en los sitios web e informando a los clientes de sus descubrimientos. Un gran número de OT operan con un personal numeroso que estudia estas ramas del mercado y analizan las noticias que relacionado a sus temas se publican.

El desarrollo y buen funcionamiento de un OT enfrenta no sólo el problema relacionado con el número y nivel académico del personal que lo integra (de la Vega, 2007). También es necesario que los OT tengan la capacidad de ser proactivos en cuanto a la búsqueda de información, de estar orientados a metas a partir de las necesidades de sus usuarios. Los observatorios deben utilizar un método claro, riguroso y neutro de alerta temprana para sus usuarios (Bouza Betancourt, 2010). Además lo observatorios puede apoyar una adecuada vigilancia en una organización para la búsqueda, y difusión de información científica (Delgado, 2008).

Para construir un sistema que se centre en sus usuarios, por ejemplo un OT, se debe examinar y entender las relaciones entre todos los actores involucrados. El modelado social sigue un enfoque orientado a metas, se encarga de comprender las motivaciones que subyacen detrás del sistema propuesto. En el modelado social antes de comprender apropiadamente los requisitos (características que debe tener un sistema informático) (Sommerville y Sawyer, 1997), hay que preguntarse por qué el sistema se necesita, quién está involucrado y qué relaciones existen entre los diversos actores. Es necesario entender cómo se hacen las cosas en las condiciones actuales, por qué funcionan o no funcionan (Yu, 2011).

Por su parte los agentes inteligentes es un nuevo paradigma de desarrollo de software. Según Wooldridge (2009), los agentes inteligentes han sido tema de intensas investigaciones con el paso de los años, constituyen uno de los enfoques computacionales más prometedores, siendo capaces de abordar cuestiones que requieren un modelado flexible, abstracto y un razonamiento elevado. Muchas aplicaciones que necesitan de una gestión de la información para beneficio de un usuario final son modeladas bajo el paradigma de agentes, para agilizar la búsqueda de información, usar técnicas de procesamiento del lenguaje natural y facilitar al usuario la extracción, análisis e integración de información como ayuda al proceso de toma de decisiones (Ruey Shun y Duen Kai, 2008; van der Hoek y Wooldridge, 2008). Por otra parte, el éxito de los agentes inteligentes para gestionar información de forma general ha sido demostrado en sistemas reales que han planteado arquitecturas que contienen entidades con cierto grado de autonomía, responsabilidades y objetivos a cumplir (Santos, 2008; Zhang y Volz, 2005).

Los Sistemas Multi-Agente (SMA) están compuestos por agentes que tienen conocimiento sobre su entorno, que persiguen metas determinadas por sus responsabilidades. Dichos agentes pueden interactuar entre ellos informando y consultando a otros agentes teniendo en cuenta lo que realiza cada uno de ellos, llegando a ser capaces de conocer el papel que tienen todos dentro del sistema según la capacidad que cada uno tenga de actuar y percibir (Wooldridge, 2009).

La proactividad una característica que distinguen a los agentes les permite, no solo actuar en respuesta de un ambiente sino que sean capaces de tener comportamientos orientados a metas y en función del entorno, observan situaciones que les permiten cumplir sus metas.

El objetivo del presente trabajo es presentar el modelado social para capturar los intereses de los actores de un OT y mostrar cómo un OT se apoya en un SMA, aprovechando las ventajas que provee la tecnología de agentes para que los procesos que se ejecutan y el trabajo que se realiza responda a los intereses de sus usuarios de forma proactiva.

Métodos

A continuación se definen los elementos considerados importantes para la presentación de la propuesta de un OT desde una perspectiva del modelado social y la utilización de la filosofía de agentes.

Observatorio Tecnológico

La demanda de servicios avanzados a través de sistemas informáticos, el auge de Internet y la difusión de ordenadores personales han puesto de manifiesto la necesidad de desarrollar aplicaciones que exhiban un cierto nivel de inteligencia en el proceso de recuperación de la información, donde la interacción con el usuario y la conectividad de diferentes sistemas deben ser aspectos especialmente relevantes. Se debe tener en cuenta además el carácter distribuido de las fuentes de información y de la gestión de las mismas, por lo cual hay que establecer mecanismos que tengan en cuenta esta distribución y presentar de forma uniforme la información que se procesa (Ruey Shun y Duen Kai, 2008).

Como se había enunciado anteriormente la vigilancia tecnológica permite gestionar el conocimiento. «La Vigilancia Tecnológica está basada en la captación y análisis sistemático de informaciones disponibles en fuentes de información gratuitas o comerciales. Se trata de un método claro, riguroso y neutro de alerta temprana para la dirección» (Rey Vázquez, 2009). Para lograrla existen mecanismos y técnicas para recuperar

información de la web a través de la adquisición de estos recursos y de almacenamiento estructurado, para luego realizar búsquedas en las mismas (Ruey Shun y Duen Kai, 2008).

Un observatorio es una herramienta para realizar vigilancia tecnológica, que reconoce cambios en el dominio de información que procesa, gestiona y observa, por lo tanto, teniendo en cuenta comportamientos previos, puede avisar con antelación de ciertas variaciones o diferencias en parámetros que evalúa, generando un conocimiento con un alto nivel de importancia al ser actual y novedoso, que puede ser utilizado por los receptores que tengan interés en esa información (de la Vega, 2007).

Según (Bouza Betancourt, 2010) un OT captura informaciones externas con el propósito de transformarlas en conocimientos específicos que conducen a sus usuarios a tomar decisiones. Un OT es un sistema de alerta para identificar y recopilar aquellos datos e informaciones que pueden ser fuente de amenaza u oportunidad. Tomando como base las definiciones que anteriormente se plantean se puede concluir que un OT mide y procesa elementos concernientes a la tecnología, para aliviar el trabajo de buscar información relevante que tribute al trabajo o intereses personales de los clientes, gracias a la integración en una herramienta de información circunscrita a temas determinados, que provee de informes, resúmenes y alertas, que permitan a los usuarios tomar decisiones.

Muchos observatorios le deben su funcionamiento al personal que trabaja tras el sistema y son estas personas las encargadas de buscar información y utilizan parte del sistema para la indexación y catalogación de la información. Esto no permite que el sistema se pueda enfocar hacia todas las metas de sus usuarios. La forma de entregar la información no es suficientemente rápida, el dominio en el que se trabaja está limitado al conocimiento del personal (de la Vega, 2007; Rey Vázquez, 2009; Romero Castillo, 2010).

Modelado social con i^*

Las tecnologías de la información pueden ser utilizadas de diversas maneras y tiene un gran potencial para mejorar la vida

de las personas. Pero el diseño de sistemas que realmente respondan a las necesidades de las personas sigue siendo un desafío. A diario se encuentran sistemas que no hacen lo que se espera de ellos. Gran parte de este problema se debe a que los requisitos del sistema no se capturan de forma rigurosa (Yu, 2009).

En la ingeniería de software y de sistemas de información la construcción de modelos mayormente han girado en torno a las relaciones estáticas y las propiedades dinámicas y de comportamiento de los mismos (Yu, 2011). Este enfoque es obvio, ya que los modelos conceptuales al final se traducen en los datos y las operaciones que ejecutará la máquina. Pero un sistema para tener éxito, debe funcionar dentro del contexto de su entorno. El mundo ha cambiado, pocos habrían predicho la forma que en se ha desarrollado la revolución de los sistemas de información. El uso informático forma parte de todo hoy, se da por sentado la banca en línea y las tiendas. Las nuevas generaciones no pueden imaginar la vida sin Google, Wikipedia, Facebook, mensajería instantánea o mensajes de texto (Yu, 2009).

La evolución de los sistemas de software y de los problemas a los que se enfrentan hoy las tecnologías de la información impone adoptar un punto de partida diferente, para comprender el mundo en el que el sistema de información estará situado. El tradicional análisis de requisitos adopta nuevas posturas, ya que el mundo está compuesto de entidades y actividades que son conocibles y predecibles (Grau y Franch, 2007).

Adoptando una visión social del mundo, se puede ver que en este existe la intencionalidad. La intencionalidad la originan actores, como los seres humanos. Los actores intencionales tienen necesidades y deseos y realizan acciones para tratar de satisfacerlos. Los actores pueden elegir qué acciones tomar, lo cual los hace autónomos. Los actores no existen en forma aislada. Existen en algún entorno compartiendo e interactuando con otros (Yu, 2009).

Para buscar los requisitos que respondan a los deseos y preocupaciones de las partes interesadas como lo son los usuarios de un OT, hay que ver a los usuarios como actores que tienen intereses

estratégicos y no sólo participan de forma operacional con el sistema propuesto.

El modelado social al enfocarse en la ingeniería de requisitos tempranos, se centra en la dimensión social de los sistemas y su entorno. Es parte de un método de ingeniería que proporciona técnicas sistemáticas y herramientas que pueden proporcionar un vínculo claro con el resto del proceso de desarrollo del sistema, incluyendo el diseño y la ejecución (Yu, 2009). En un enfoque social, los intereses estratégicos de los actores deben ser utilizados para guiar la búsqueda de concepciones alternativas para el nuevo sistema. Cada actor debe proponer sus intereses estratégicos.

El modelado social ve la ingeniería de requisitos de una forma orientada a metas. Un análisis de metas revela deseos, lo que permite identificar conflictivos o expectativas. Un modelo orientado a metas puede ayudar a gestionar cambios. Las metas proporcionan criterios y guías para generar y evaluar posibles soluciones. Algo que hay que destacar es que la orientación a agentes aprovecha los puntos fuertes de la orientación a metas (Yu, 2011).

El lenguaje de modelado i^* introduce aspectos del modelado social y del razonamiento sobre los métodos de ingeniería de sistemas de información, especialmente a nivel de requisitos (Yu, 2009). I^* reconoce la primacía de los actores sociales, los actores son vistos como intencionales, es decir, tienen objetivos, creencias, habilidades y compromisos. El análisis se enfoca en qué tan bien los objetivos de los distintos actores se capturan dado alguna configuración de las relaciones entre los actores humanos y del sistema. La reconfiguración de estas relaciones puede ayudar a plasmar los intereses estratégicos de los actores (Yu, 1995).

I^* tiene dos modelos: el modelo de Dependencias Estratégicas (SD), el cual describe la red de conexiones y dependencias entre actores, y el modelo de Relaciones Estratégicas (SR), el cual incluye los elementos internos de cada actor que describe, describiendo el proceso y razones por las que el actor decide adoptar una configuración u otra.

Utilizando estos modelos i^* consta de

dos etapas. La primera etapa es de análisis de requisitos tempranos que se centra en identificar el “por qué” y las intenciones de los actores, siguiendo los aspectos del modelado social y la segunda etapa es el análisis de requisitos tardíos que modela lo que hará el sistema propuesto.

i* se ha utilizado con éxito proyectos diferentes. Un ejemplo es el caso de Eurocontrol, que es la organización que supervisa el espacio aéreo europeo. Se utilizó I* por la necesidad de modelar y especificar sistemas técnicos que deben cooperar. En el proyecto CORA-2 (Conflict Resolution Assistant), un sistema que provee asistencia computarizada a los controladores del tráfico aéreo para resolver conflictos potenciales entre aeronaves en vuelo, con i* se especificaron los requisitos de los actores estratégicos. En el desarrollo de este proyecto encontraron propiedades potenciales, tales como, guías para separar los roles de los humanos en diferentes actores del sistema y para modelar las dependencias de recursos (Yu, 2011). I* también se ha utilizado con éxito en sistemas de salud (An, 2009), sistema que censan un entorno (Gordijn, 2006), entre otros. No se han encontrado estudios donde se utilice el modelado social para obtener los requisitos de un OT, a pesar de las bondades que tiene en sistemas donde su centro gira alrededor las necesidades de los usuarios (Yu, 2009).

Los Agentes

Según FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) (FIPA, 2003) los agentes son una entidad de *software* con un grupo de propiedades entre las que se destacan ser capaz de actuar en un ambiente, comunicarse directamente con otros agentes, estar condicionado por un conjunto de metas u objetivos, manejar recursos propios, ser capaz de percibir su ambiente y tomar de él una representación parcial, ser una entidad que posee habilidades y ofrece servicios, etc.

Los agentes brindan una vía efectiva para descomponer los sistemas complejos, son una vía natural de modelarlos y su abstracción para tratar las relaciones organizacionales es apropiada para estos sistemas (Jennings, 2001).

Un agente autónomo es un sistema situado en un ambiente que percibe el ambiente y actúa sobre él, en el tiempo, según su agenda propia y de esta manera produce efectos en lo que él mismo podrá sentir en el futuro (Franklin y Graesner, 1997).

Varios autores reconocen en los agentes diversas propiedades entre las que se destacan ser autónomos, reactivos, proactivos y tener habilidad social, las cuales se resumen en lo siguiente (Wooldridge, 2009):

- **Autónomos:** actúan sin la intervención directa de los usuarios, tienen control sobre sus acciones y estados internos.
- **Reactivos:** perciben del entorno y responden a los cambios de éste.
- **Proactivos:** no sólo actúan en respuesta a su ambiente sino que son capaces de tener comportamiento orientado a metas y objetivos.
- **Habilidad social:** tienen la capacidad de interactuar con otros agentes mediante algún mecanismo de comunicación lo que le permite lograr objetivos que por sí solos no pueden lograr.

El concepto de agente ha encontrado aceptación en varias sub-disciplinas de tecnologías de la información incluyendo redes de computadoras, ingeniería de *software*, programación orientada a objetos, inteligencia artificial, interacción del ser humano con la computadora, sistemas concurrentes y distribuidos, soporte a la toma de decisiones, entre otras.

Los Agentes en la Gestión de la Información

Para muchos de los usuarios de Internet, la mayor dificultad con la que chocan al buscar información es la sobrecarga de información, razón por la cual es difícil determinar qué recursos aportan algo de valor al usuario. Las herramientas de búsqueda de empresas como Yahoo! y Google tratan de aliviar este problema, sin lograr aún los resultados esperados, indexando grandes cantidades de información no estructurada, sobre todo en formato textual, proveyendo resultados que no tienen en cuenta las demandas

particulares de los usuarios.

Un agente de información es una entidad que puede acceder al menos a una y potencialmente a varias fuentes de información, con la habilidad de comparar, filtrar y manipular los datos obtenidos para responder a los pedidos de los usuarios (Wooldridge, 2009). Es posible modelar un agente de información de manera que trabaje teniendo en cuenta los intereses del usuario capturando de forma general las acciones, pedidos y respuestas del usuario al interactuar con el agente. Un ejemplo de ello puede verse en un sistema creado para adquirir, modelar y utilizar las preferencias del usuario para guiar el trabajo del SMA, con agentes que interactúan con el usuario, ejecutan tareas y buscan información en fuentes de datos heterogéneas, para apoyar la toma de decisiones de los usuarios (Sycara y Zeng, 1996).

Un ejemplo de sistema que utiliza agentes inteligentes es el llamado JITIK (Just-In-Time Information and Knowledge) (Ceballos y Brena, 2005). Este sistema está orientado a hacer más efectivo el conocimiento de las organizaciones, integrando las diversas fuentes y destinatarios de la información para hacerla llegar de forma altamente personalizada a los diversos integrantes de la organización. Los mismos interactúa con los sistemas existentes en la organización para obtener la información de diversas fuentes, las procesa a fin de reconocer la nueva información la más relevante para los perfiles de usuario y distribuyéndola a través de diversos medios como el correo electrónico, SMS, y la web según las preferencias del usuario.

Una solución que permite al usuario acceder a recursos de información a través de los servicios de un SMA se ha propuesto en (Ruey Shun y Duen Kai, 2008), donde se define un Observatorio Virtual que representa a los usuarios y realiza comparaciones entre los pedidos de los usuarios, para mejorar las respuestas que provee, asistir a los usuarios en su trabajo mediante una interfaz web que sirve de acceso a la plataforma de agentes. Esta interfaz web permite tener separado el sistema del cliente, permitiendo que todos los que deseen utilizar los servicios

del observatorio puedan hacerlo desde cualquier navegador web.

El análisis de las propuestas de otros autores permitió identificar un conjunto de características a tener en cuenta en el diseño de la arquitectura de un SMA que soporte la implementación de un sistema de recuperación de información; entre ellas que:

- La información ha de distribuirse por la plataforma de agentes (Ceballos y Brena, 2005; Fernández, 2007; Min Yuh, 2005; Shoham y Leyton-Brown, 2008).
- El SMA ha de encargarse del envío de notificaciones como parte del comportamiento proactivo del sistema (Fernández, 2007; Hamdi, 2007; Shoham y Leyton-Brown, 2008).

Esta última característica es la más relevante para el presente trabajo. Según un estudio desarrollado en (Fernández, 2007) donde se consultaron un conjunto de expertos en ciencias de la información todos plantearon la necesidad de proactividad en los sistemas de gestión de información. Los sistemas deben ser capaces de adelantarse a las solicitudes de información de los usuarios, proveyéndoles de información precisa, siguiendo metas de sus usuarios. Sin embargo, para garantizar la proactividad

con los niveles de escalabilidad que ha de caracterizar a un sistema de recomendación, la arquitectura del software que se utilice deberá ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a la variabilidad de los intereses de los usuarios y de las fuentes abiertas de información disponibles (Hamdi, 2007; Shoham y Leyton-Brown, 2008).

Construcción del Observatorio Tecnológico

La construcción de un OT sigue una serie de pasos y consta de un conjunto de módulos que soportan el funcionamiento del mismo. Pero las arquitecturas propuestas por muchos observatorios, no conciben un modelado social para entender los intereses del usuario y no tienen un comportamiento proactivo. Por esta razón se hará un mayor énfasis en el modelado social del OT y el mecanismo que se utilizó para incorporar proactividad.

Modelado social del Observatorio Tecnológico

Al querer construir un OT que pueda beneficiar a investigadores en un área determinada de su trabajo se debe ver como estos actores hacen su trabajo de búsqueda de información actualmente.

En la figura 1 se muestra el modelo de dependencias y relaciones estratégicas de los actores, este es el modelado de

los requisitos tempranos. El investigador para ejercer su función depende de las fuentes de datos para buscar información y de los expertos en un tema para saber las tendencias de investigación. Pero a su vez las fuentes de datos necesitan conocer los intereses del investigador. Una meta que forma parte de la meta principal del actor Investigador es detectar los cambios en las fuentes de información, la misma es realizada por el actor Fuentes. La meta Investigar tiene además dos metas suaves, ambas la benefician positivamente, una es recibir la información según sus intereses sin tener que buscarla y la otra es compartir información. Como se ve todo gira alrededor de satisfacer la meta Investigar y en la misma los intereses estratégicos son muy importantes. Aquí se representa el por qué de cada meta.

Teniendo en cuenta lo planteado en los requisitos tempranos se puede pasar a modelar los requisitos tardíos. El gráfico de la figura 2 muestra este modelado y las dependencias y relaciones estratégicas de los actores y el sistema propuesto. Como se puede observar el OT se dividió en cuatro agentes principales y toda la carga de buscar información, actualizar los perfiles, entregar información sin que el Investigador lo pida pasa al sistema que representa el OT.

Arquitectura del Software Propuesto
Para proponer la arquitectura del SMA se tuvo en cuenta un conjunto de

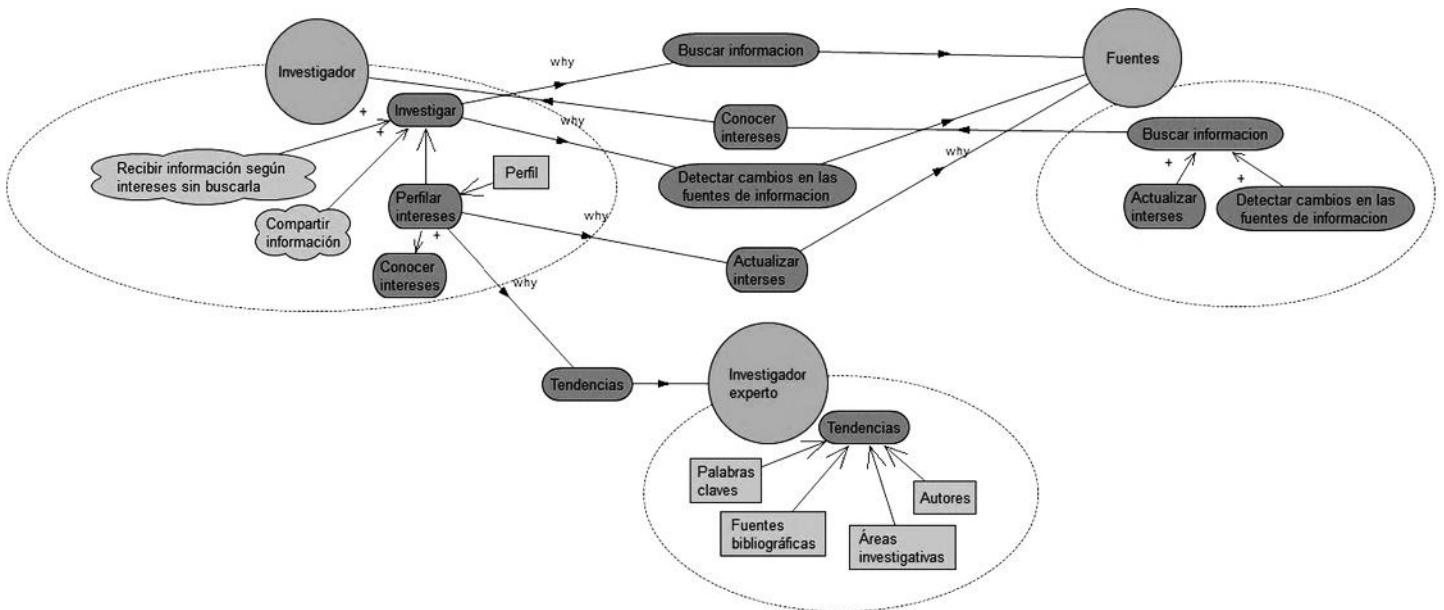


Figura 1. Modelo de relaciones de los actores en el entorno actual del OT en los requisitos tempranos.

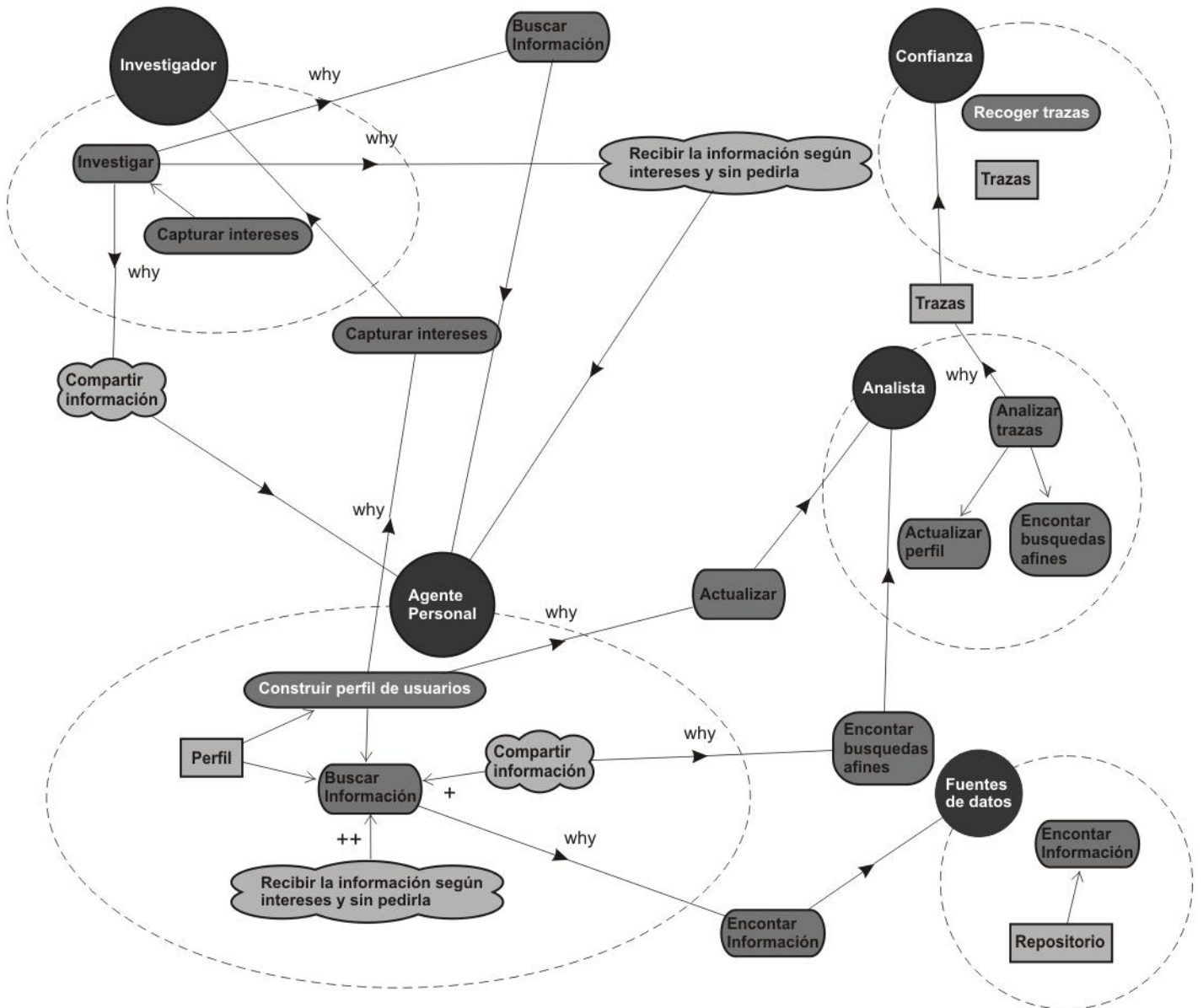


Figura 2. Modelo de relaciones de los actores y el sistema OT en los requisitos tardíos.

características identificadas en las secciones anteriores.

En la figura 3 se muestra cómo el usuario accede a los datos que el SMA gestiona y salva en el Repositorio. Cuando el usuario activa la Interfaz Gráfica, se inicia un Agente Personal (AP). El despliegue del SMA implica la instanciación de un Agente Personal, por cada usuario del sistema. Cada uno de esos agentes está a cargo de la gestión de los recursos de información disponibles, teniendo en cuenta el perfil del usuario y el comportamiento del usuario correspondiente ante la Interfaz Gráfica. El perfil del usuario es guardado por el SMA, permitiendo que el usuario se conecte desde cualquier PC, obteniendo todos los datos que le

corresponden, una vez que se autentique en el sistema. Se entiende por perfil de usuario los datos inherentes a cada usuario que permiten al SMA atender y responder a sus necesidades independientes.

El AP es una frontera entre el usuario y el SMA, es el encargado de representar al usuario en todo momento. El AP se dedica a gestionar la información que el usuario necesita y lo hace a partir del perfil. Se encarga además de compartir con otros AP información, teniendo en cuenta las políticas de colaboración establecidas por el usuario y el perfil que es traducido en metas del AP. De forma periódica el AP hace un reconocimiento del entorno para encontrar información nueva y relevante para su usuario.

Primero, se comunica con otros AP y si estos no dan una respuesta satisfactoria pasa a tramitar sus pedidos con el Agente Fuente de Datos. Cuando se encuentra algo nuevo el AP envía un correo electrónico a su usuario con los resultados, lo mismo ocurre cuando el usuario hace una búsqueda directa.

El Agente Fuente de Datos está alerta a los pedidos de descarga y búsqueda de los AP y está analizando el repositorio que forma parte del OT. Hay que destacar que cuando el Agente Fuente de Datos no encuentra información relevante en el repositorio del OT ejecuta un componente que descarga información de fuentes abiertas externas, siempre siguiendo las políticas trazadas por el

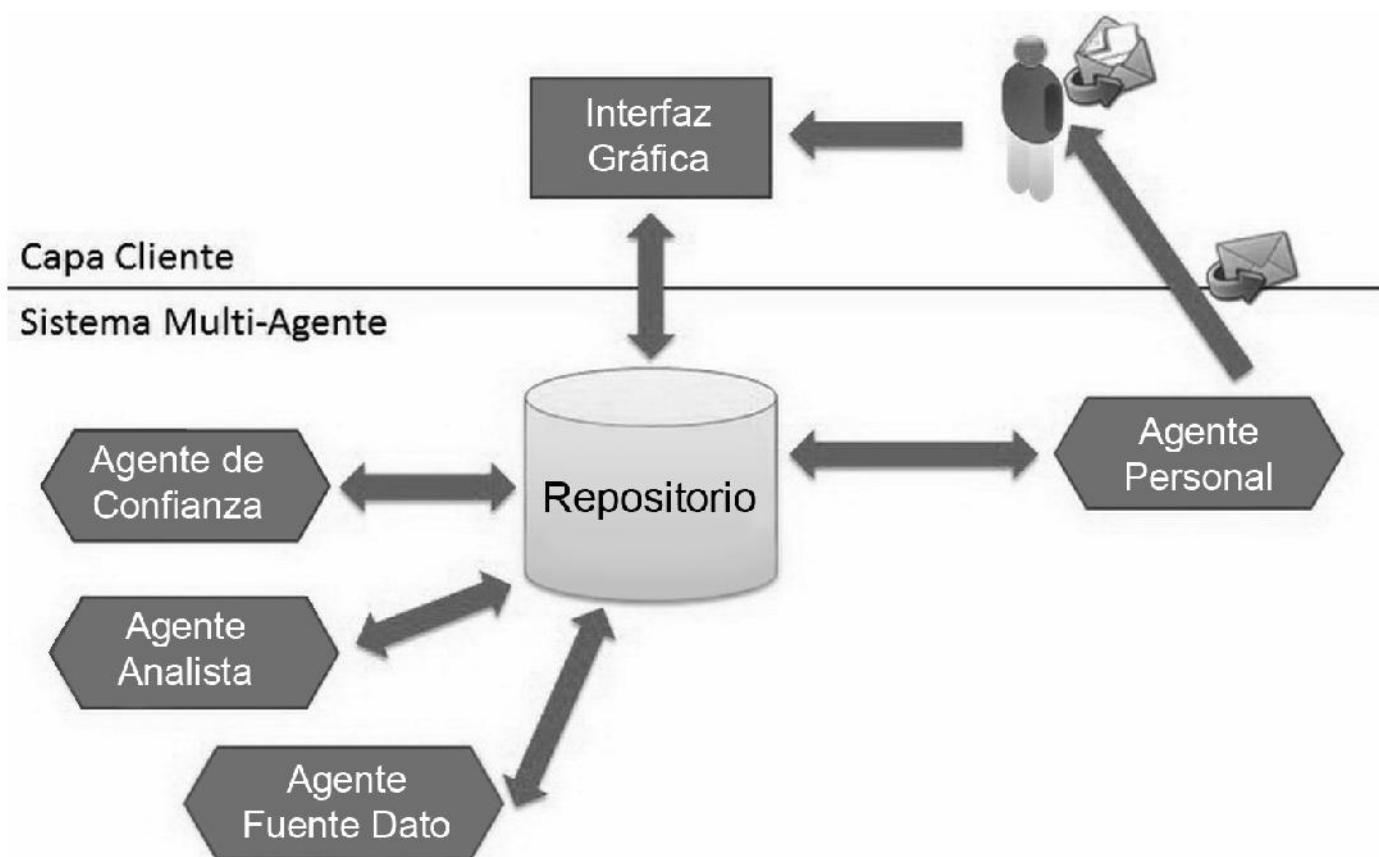


Figura 3. Interacción de la capa cliente con la Plataforma de OT propuesta basada en un SMA.

AP en cuanto a los sitios de interés del usuario. Cada información descargada de las fuentes de datos abiertas comienza a formar parte del repositorio, para que quede disponible para otros usuarios. Esto hace que cuando llegue una información nueva, los AP la revisan proactivamente y notifican a los usuarios que cada uno de ellos representan, si

aparece algo de interés. Así mismo es el responsable de indexar la información que está en el repositorio creando índices más fáciles de consultar, para esto hace uso del componente Lucene Index por las facilidades que da (Lucene, 2012).

En la figura 4 a) se puede ver como un AP a partir del perfil de usuario manda

a buscar en todas las fuentes de datos. La figura 4 b) muestra la respuesta, donde no todas las fuentes de datos dieron resultados.

El Agente de Confianza escucha los mensajes que se envían los agentes de el SMA, guardando una traza de esta comunicación para que pueda ser usada

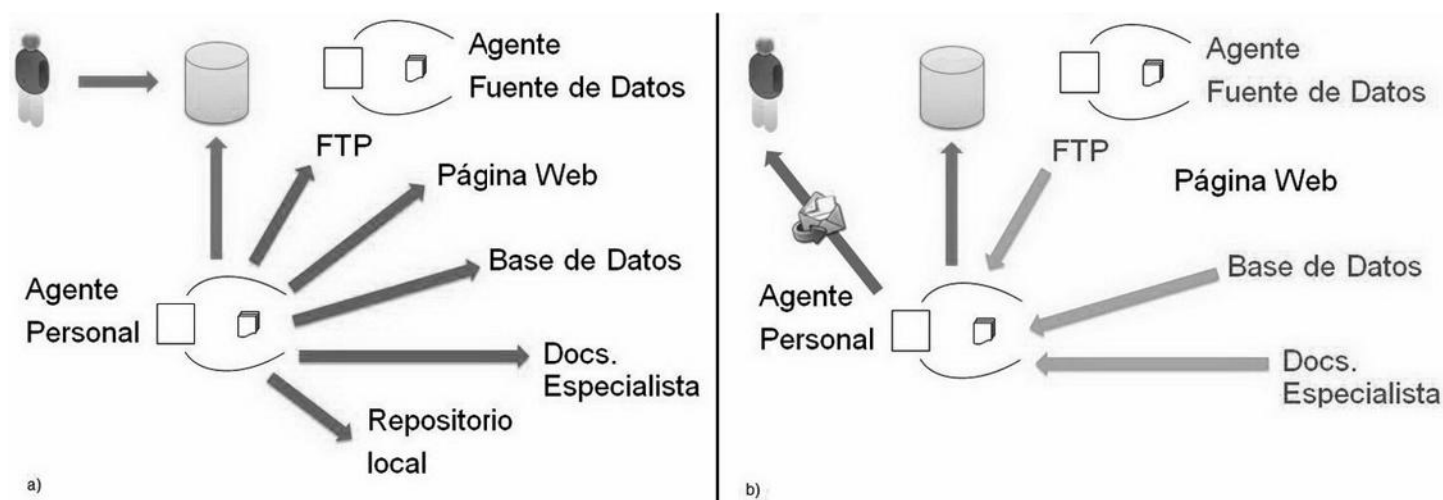


Figura 4. Envío de búsqueda de información y recepción de la respuesta

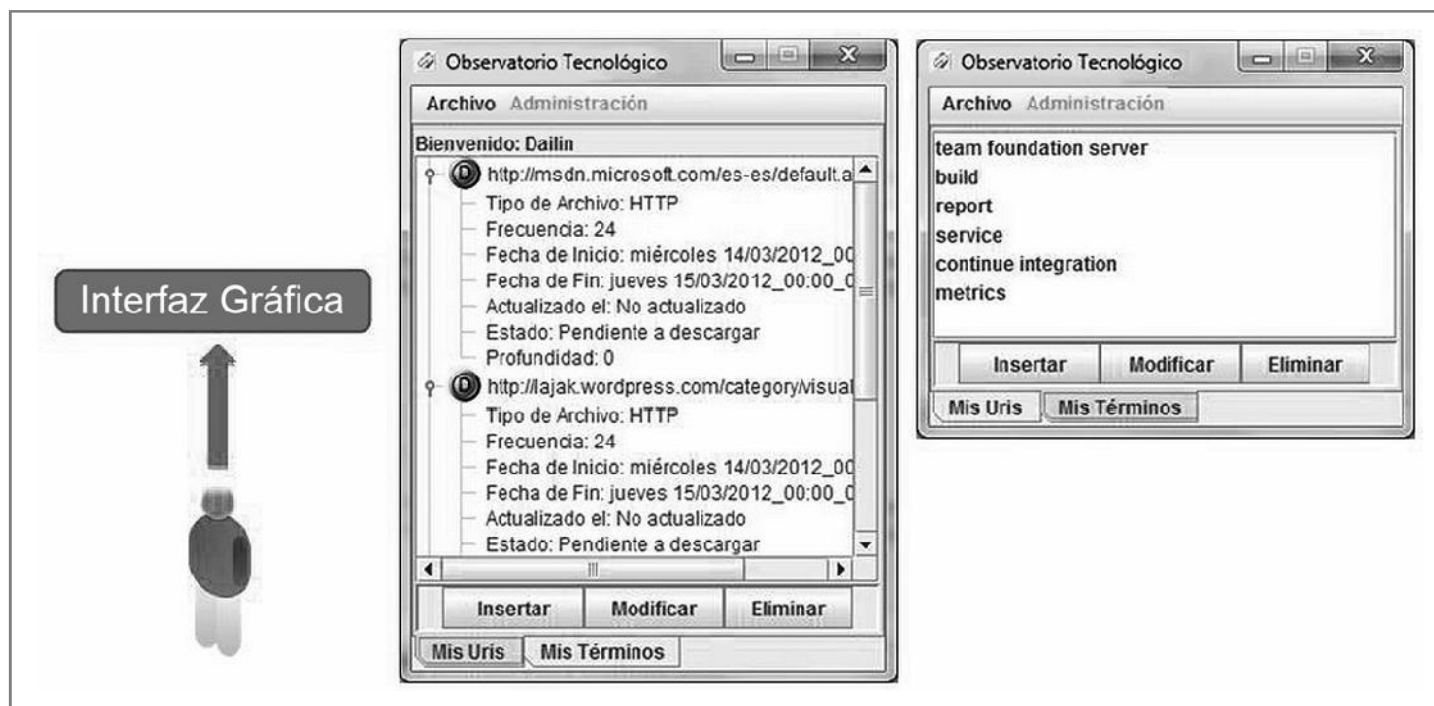


Figura 5. Interfaz gráfica donde el usuario hace su pedido de información

por el Agente Analista. Su responsabilidad es siempre estar activo y registrar cada mensaje que se genere por los agentes del SMA.

El Agente Analista determina mediante procesos de Minería de Datos (Wang, 2009), por ejemplo, qué usuarios son especialistas en un tema, o cuáles están trabajando en temas similares. Con estos procesos ayuda a actualizar el perfil del usuario y permiten mejorar la dirección de la búsqueda en los AP. El Agente Analista además puede preguntar al Agente de Confianza la cantidad de recursos de información de determinada temática que ha enviado cada Agente Personal del SMA o algo más general como la cantidad de mensajes relacionados con un tema que ha enviado cada Agente Personal del SMA, ya sean mensajes de recuperación o de contribución de contenido. Para el desarrollo del SMA se utilizó la plataforma JADE (Java Agent DEvelopment Framework) para el trabajo con los agentes (Bellifemine, 2007).

Resultados

Despliegue del Observatorio Tecnológico

Para poder ver el observatorio en funcionamiento con el SMA desplegado se desarrolló una prueba piloto con 30 usuarios. Los cuales interactúan con la interfaz gráfica como se muestra en la figura 5. Aquí el usuario especifica las palabras claves que quiere que aparezcan dentro de los documentos, además puede especificar las URL que desea que sean revisadas. Todo esto se recoge en el perfil del usuario, el cual puede ser actualizado y cambiado por el mismo.

Cada búsqueda, cada información recibida será guardada y analizada para de esta forma actualizar el perfil del usuario que refleja sus intereses. El OT funciona alrededor del perfil del usuario.

Los usuarios recibieron tres correos electrónicos, cada uno es el resultado de una iteración completa de búsqueda. En cada iteración se realizaron cambios en las fuentes de datos consultadas y

Tabla 1: Fuentes de datos analizadas e índices generados.

Fuentes de Datos	Tamaño de Documentos	Tamaño de índice	% Índice vs Documentos
FTP 1	5.9 Gb	445.5 Gb	7.37
FTP 2	39 Gb	3.1 Gb	7.95
FTP 3	3.3 Gb	34.6 Gb	1.08
FTP 4	15.8 Gb	656.5 Gb	4.06
FTP 5	13.2 Gb	1 Gb	7.58
FTP 6	1.6 Gb	370.7 Gb	22.63
FTP 7	27.1 Gb	2.1 Gb	7.75
7 FTP	105.9 Gb	7.67 Gb	7.25

Tabla 2. Cantidad de documento según sus tipos.

Tipo de Documento	Cantidad
PDF	43527
HTML	30232
HTML DOC	27382 1304
TXT	1135
MHT	463
PHP DOCX	184 64
Total	109958

se volvieron a realizar búsquedas en las fuentes consultadas para encontrar nuevos cambios.

Con esta prueba piloto se realizaron actualizaciones en la implementación y ajustes en las configuraciones de los AP. Por cada correo se ejecutó una encuesta para evaluar el funcionamiento del observatorio en varios aspectos como las fuentes de datos, las palabras claves, la actualidad de la información.

Hay que destacar que no se recibe un sólo correo, es decir que luego de pedir información el AP que representa al usuario se queda con los intereses del mismo y busca nuevos cambios que respondan a estos intereses de manera proactiva, utilizando la observación periódica del entorno.

En la tabla 1 se muestran todas las fuentes de datos utilizadas y el tamaño de los documentos, los índices que se obtienen de estas fuentes de datos. Es importante resaltar que los índices permiten una búsqueda ágil de documentos dada la relación en cuanto al tamaño que representa el índice obtenido, al tamaño de la fuente de datos directamente. En la tabla 2 se muestra la cantidad de documentos de cada tipo que fueron consultados.

En la tabla 3 se pueden constatar el resumen de los datos de la encuesta realizada a los 30 usuarios que participaron en la prueba piloto. En ella se realizaron un conjunto de preguntas relevantes sobre el resultado obtenido en la recuperación de la información pedida por el usuario, siguiendo los aspectos enunciados anteriormente. Las preguntas se debían responder como Verdaderas o Falsas. En tabla 3 se muestran las preguntas, los resultados de las mismas en cada una de las iteraciones realizadas, exponiendo el porcentaje con que la evaluaron de forma verdadera. Otro elemento que se obtuvo de la encuesta es la cantidad de documentos que se envían al correo, en vez de enviarse los 100 resultados de mayor relevancia, en caso de existir 100, se sugirió enviar los 50 documentos más relevantes, pudiendo esta cantidad ajustarse según lo definido por cada usuario en su perfil.

Discusión

El modelado social aplicado ayudó a entender las relaciones entre los actores que forman inicialmente parte del

entorno a analizar y donde se pretende implantar el sistema de información. En los requisitos tempranos se ve como el Investigador depende del Investigador experto para poder enriquecer su perfil y como busca directamente en las fuentes de datos la información que quiere. Pero ya en los requisitos tardíos, el perfil que refleja los intereses del Investigador lo maneja su Agente Personal y va a actualizarse con sus búsquedas y con la información que comparte. Buscar Información y Compartir información pasa a ser del Agente Personal quitándole esa responsabilidad al Investigador y sólo se necesita del perfil. La necesidad de saber las tendencias la realiza el Analista, este se encarga de analizar las trazas que recoge el actor Confianza para permitir esta actualización automática del perfil y de encontrar las búsquedas afines con otros Investigadores. Las intenciones de recibir información sin pedirla se pasó al Agente Personal permitiendo ver la necesidad de un comportamiento proactivo del mismo.

El SMA implementado como escenario de validación de resultados permite la vigilancia de diversas fuentes de datos, con la correspondiente alerta a los usuarios sobre recursos de información potencialmente de su interés. Un beneficio fundamental de la propuesta de solución está precisamente en la simbiosis que se logra SMA+OT. Con el despliegue del Observatorio Tecnológico con una arquitectura de un SMA se logra tener una aplicación que tiene comportamiento proactivo y que responde a los intereses de sus usuarios. Este comportamiento apoya sustancialmente a los usuarios del OT sugiriendo y buscando los documentos que debe estudiar, cuales

Tabla 3. Resumen del resultado de la encuesta.

Características de las Situaciones Problemáticas	1er Correo	2do Correo	3er Correo
Los documentos están relacionados con las palabras	50	83.3	100
Los documentos sirven para su trabajo en el proyecto	41.6	50	71.4
El primer documento se relaciona con las palabras	41.6	83.3	71.4
Los metadatos resultaron de utilidad	---	---	---

documentos pueden ser más relevantes en su tema. Todo esto se obtiene de forma proactiva, ya que usuario sólo debe poner sus temas y palabras claves de interés. El AP que representa al usuario con su perfil y búsqueda anteriores, se mantiene buscando cada cambio, en las fuentes de datos que se escogen. Cuando hay un cambio, el usuario recibe un correo con lo nuevo encontrado en las fuentes de datos o lo que ha socializado otro agente. Como se puede ver en los resultados del despliegue del OT, los usuarios una vez que llenan su perfil, el AP que lo representa está en una constante observación de su ambiente para de esta forma entregarle a su usuario la información que responda a esos intereses.

Cada vez que se encuentra un documento nuevo, que puede sea resultado del cambio en una fuente de datos o sea resultado de la búsqueda tramitada por un AP que representa a otro usuario, se le informa al usuario y el mismo decide si lo utiliza o no sin tener que buscarlo directamente.

Si el OT se hiciera sobre una filosofía no proactiva necesitaría personas que estén buscando cada cierta cantidad de tiempo esta información, con la solución propuesta no hacen falta este personal. Los usuarios siempre tendrían que pedir la documentación que necesitan. Sin embargo con este enfoque el usuario siempre está alerta de los cambios que ocurren y que responden a sus intereses.

La encuesta devela que una gran cantidad de los usuarios que participaron en la prueba piloto tienen un nivel de satisfacción alta de los resultados que se les envió a partir de sus perfiles. Aunque en el primer correo, que es resultado de una petición directa del usuario, la satisfacción no fue alta, en el segundo y tercer correo que fueron enviados sin una petición sino a partir del perfil del usuario la satisfacción aumentó.

El trabajo presentado está en sintonía con otras propuestas que vinculan la investigación en web semántica y SMA al servicio de los sistemas de recuperación de información (Hamdi, 2007; Pal y Konstan, 2010; Ruey Shun y Duen Kai, 2008); esas propuestas carecen

de una documentación detallada de la arquitectura del SMA desplegado pero su consulta reafirma la relevancia del tema y el valor de la propuesta actual para garantizar la flexibilidad y escalabilidad que requiere el desarrollo futuro de los sistema de recuperación de información.

Conclusiones

El modelado social permitió capturar los intereses de los actores de un Observatorio Tecnológico y de esta forma lograr una arquitectura de un software que cumpla y responda con estos intereses.

Una gran parte de los observatorios no se reconstruyen teniendo en cuenta la proactividad, a pesar de que la misma es muy relevante en un sistema como este, como lo demuestra en la captura de requisitos utilizando el modelado social.

Los agentes en su filosofía tienen como propiedad la proactividad, por lo que la construcción de un observatorio con una arquitectura de agente puede permitir incluirle características proactivas.

La inclusión de características proactivas en un Observatorio Tecnológico mejora el rendimiento del mismo, ya que el sistema es capaz de adelantarse a las solicitudes de información de los usuarios, proveyéndoles de información precisa a partir de su perfil.

Bibliografía

- An, Y., Dalrymple, P. W., Rogers, M., Gerrity, P., Horkoff, J., Yu, E. (2009). Collaborative Social Modeling for Designing a Patient Wellness Tracking System in a Nurse-Managed Health Care Center. Trabajo presentado en 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST) (2009). Disponible en: <http://www.cs.utoronto.ca/~jenhork/Papers/AN.pdf>.
- Bouza Betancourt, O., Gutiérrez Álvarez, M., Raposo Villavicencio, R. (2010). Sistematización de la Vigilancia Científica y Tecnológica en organizaciones

cubanas. *Ciencias de la Información*, 41(2), 53-57. Disponible en: <http://cinfo.idict.cu/index.php/cinfo/article/download/32/31>.

- Ceballos, H. G., Brena, R. F. (2005). Combinando acceso local y global a Ontologías en Sistemas Multiagentes. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*, 2(1), 13-22. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/>

- de la Vega, I. (2007). Tipología de Observatorios de Ciencia y Tecnología. Los casos de América Latina y Europa. *Revista Española De Documentación Científica*, 30(4), 545-552. Disponible en: redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/download/404/416.

- Fernández, F. O. (2007). Un Modelo de Sistema de gestión Documental Colaborativo y Supervisado (SICLOS). Tesis de doctorado, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, La Habana, Cuba.

- FIPA (2003). FIPA Agent Management Specification. Foundation for Intelligent Physical Agents. Disponible en: <http://www.fipa.org/specs/fipa00023/XC00023H.html>.

- Franklin, S., Graesner, A. (1997). It is an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents. Trabajo presentado en Intelligent Agents III, Agent Theories, Architectures, and Languages. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/>

- Gordijn, J., Petit, M., Wieringa, R. (2006). Understanding business strategies of networked value constellations using goal- and value modeling. Trabajo presentado en 14th IEEE International Requirements Engineering Conference. Disponible en: <http://doc.utwente.nl/66372/1/RE06.pdf>.

- Grau, G., Franch, X. (2007). On the Adequacy of i* Models for

- Representing and Analyzing Software Architectures. En J.-L. Hainaut, E. Rundensteiner, M. Kirchberg, M. Bertolotto, M. Brochhausen, Y.-P. Chen, S.-S. Cherfi, M. Doerr, H. Han, S. Hartmann, J. Parsons, G. Poels, C. Rolland, J. Trujillo, E. Yu, E. Zimányie (Ed.), *Advances in Conceptual Modeling – Foundations and Applications (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4802, pp. 296-305)*. Springer Berlin Heidelberg. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-76292-8_35.
- Hamdi, M. S. (2007). MASACAD: A multi-agent approach to information customization for the purpose of academic advising of students. *Applied Soft Computing*, 7(3), 746-771.
- Jennings, N. R. (2001). An agent-based approach for building complex software systems. *Communications of the ACM*, 44(4), 35-41.
- Lucene (2012). The Apache Software Foundation. Consultado 10 de diciembre, 2012, disponible <http://lucene.apache.org/>
- Matsatsinis, N., Moraitis, P., Psomatakis, V., Spanoudakis, N. (2003). An agent-based system for products penetration strategy selection. *Applied Artificial Intelligence*, 17 (10), 901-925. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/714858317>.
- Min Yuh, D., Chun Hung, L., Jin Tan, D. Y., Guey Fa, C., Chorong Shyong, O. (2005). Designing an Ontology- Based Intelligent Tutoring Agent with Instant Messaging. Trabajo presentado en Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT '05. Disponible en: http://iasl.iis.sinica.edu.tw/webpdf/paper-2005- Designing_an_Ontologybased_Intelligent_Tutoring_Agent_with_Instan Messaging.pdf.
- Pal, A., Konstan, J. A. (2010). Expert identification in community question answering: exploring question selection bias. Trabajo presentado en 19th ACM international conference on Information and knowledge management. Disponible en: http://researcher.ibm.com/researcher/files/usapal/cikm10_selectionbias.pdf.
- Piñeiro, M., Macías, A., Guerra, C., Morales, A., Aguirre, M. (2010). El observatorio de la producción científica de la UPV/EHU. *Revista Española de Documentación Científica*, 33(1), 145- 161. Disponible en: redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/download/533/591.
- Rey Vázquez, L. (2009). Informe APEI sobre vigilancia tecnológica. Asociación Profesional de Especialistas en Información. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/17578>.
- Romero Castello, S., Parra Cervantes, P., Soto Vázquez, R., Xóchitl Herrera Márquez, A., Malpica Botello, A. (2010). University Observatory Of Intellectual Property. *ARS Pharmaceutica*, 51(2), 201-208. Disponible en: farmacia.ugr.es/ars/ars_web/ProjectARS/pdf/536.pdf.
- Ruey Shun, C., Duen Kai, C. (2008). Apply ontology and agent technology to construct virtual observatory. *Expert Systems with Applications*, 34(3), 2019-2028. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417407000802>.
- Santos, D., Ribeiro, M. B., Bastos, R. (2008). Developing a Conference Management System with the Multi- Agent Systems Unified Process: A Case Study. En M. Luck, L. Padgham (Ed.), *Agent-Oriented Software Engineering VIII (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4951, pp. 212-224)*. Springer Berlin Heidelberg. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-79488-2_16.
- Shoham, Y., Leyton-Brown, K. (2008). *Multiagent Systems: : Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations*. Cambridge University Press. Disponible en: http://books.google.com.cu/books?id=bMR_qScakukC.
- Sommerville, I., Sawyer, P. (1997). *Requirements Engineering: A Good Practice Guide*. John Wiley & Sons.
- Sycara, K. P., Zeng, D. (1996). Multi-Agent Integration of Information Gathering and Decision Support. Trabajo presentado en 12th European Conference on Artificial Intelligence. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.188.8338rep=rep1&type=pdf>.
- Van der Hoek, W., Wooldrige, M. (2008). Multi-Agent Systems. En B. Porter, V. Lifschitz, F. v. Harmelen (Ed.), *Handbook of Knowledge Representation Vol. pp. 887-928*. Elsevier Science.
- Wang, J. (2009). *Encyclopedia of Data Warehousing and Mining*. Information Science reference.
- Wooldridge, M. (2009). *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons. Disponible en: <http://books.google.com.cu/books?id=X3ZQ7yeDn2IC>.
- Yu, E. (1995). *Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering*. Tesis de doctodado, University of Toronto, Toronto, Canada. Disponible en: <ftp://learning.cs.toronto.edu/dist/eric/DKBS-TR-94-6.pdf>.
- Yu, E. (2009). Social Modeling and i*. En T. B. Alexander, K. C. Vinay, G. Paolo, S. Y. Eric (Ed.), *Conceptual Modeling: Foundations and Applications Vol. pp. 99-121*. Springer-Verlag. Disponible en: www.cs.toronto.edu/pub/eric/JMfest09-EY.pdf.
- Yu, E., Giorgini, P., Maiden, N., Mylopoulos, J. (2011). *Social Modeling for Requirements Engineering*. The MIT Press. Disponible en: <http://>

mitpress.mit.edu/
9780262240550.

Recibido: 19 de junio de 2013
Aprobado en su forma definitiva:
7 de enero de 2014

Alternán Carrasco Bustamante
Complejo de Investigaciones Tecnológicas
Integradas (CITI). La Habana, Cuba.
Correo-e.: acarrasco@udio.cujae.edu.cu

Zhang, Y., Volz, R. A. (2005). Forming Proactive Team Cooperation by Observations. En R. Khosla, R. Howlett, L. Jain (Ed.), Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3681, pp. 247-254). Springer Berlin Heidelberg. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/11552413_36.

Mailyn Moreno-Espino
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. Facultad de Ingeniería Informática. La Habana, Cuba.
Correo-e.: my@ceis.cujae.edu.cu

Alejandro Rosete Suárez
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. Facultad de Ingeniería Informática. La Habana, Cuba.
Correo-e.: rosete@ceis.cujae.edu.cu

Yahima Hadfeg-Fernández
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. Facultad de Ingeniería Informática. La Habana, Cuba.
Correo-e.: my@ceis.cujae.edu.cu

Martha Dunia Delgado-Dapena
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. Facultad de Ingeniería Informática. La Habana, Cuba.
Correo-e.: marta@ceis.cujae.edu.cu
