

**ARTÍCULO ORIGINAL
INFORMÁTICA EMPRESARIAL**

Modelo de vigilancia tecnológica apoyado por recomendaciones basadas en el filtrado colaborativo

A technology surveillance model supported by recommendations based on collaborative filtering

Yoel Abreu-Lee^I, Marta Beatriz Infante-Abreu^I, Tatiana Delgado-Fernández^I, Mercedes Delgado-Fernández^{II}

^I Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. Facultad de Ingeniería Industrial. La Habana, Cuba.

E-mail: lee@ind.cujae.edu.cu, miabreu@ind.cujae.edu.cu, tatiana.tsp@gmail.com

^{II} Escuela Superior de Cuadros del Estado y el Gobierno. La Habana, Cuba.

E-mail: mercedes.delgado@esc.mes.edu.cu

Recibido: 12/10/2012

Aprobado: 02/04/2013

RESUMEN

La vigilancia tecnológica en centros de investigación y universidades está enfocada a realizar un seguimiento sistemático sobre el desarrollo de líneas de investigación, investigadores líderes, posibilidades de colaboración científico-tecnológica y también al conocimiento de las tendencias actuales desde la investigación. Todo lo anteriormente expresado permite guiar las investigaciones y apoyar la estrategia científico-tecnológica. El presente trabajo propone un modelo de vigilancia tecnológica apoyado de un sistema de recomendaciones, como una aplicación que está centrada en las preferencias de los investigadores en universidades y centros de investigación. Para proponer las recomendaciones se emplea el filtrado colaborativo, técnica que utiliza información del comportamiento pasado de los investigadores y de las opiniones o valoraciones de la comunidad científica a la que pertenecen. Este nuevo enfoque permite realizar propuestas de colaboración y temas de interés que se discuten en la comunidad científica en la que tiene lugar, de manera automática y proactiva.

Palabras clave: vigilancia tecnológica, filtrado colaborativo, sistema de recomendaciones, contexto académico, centros de investigación.

ABSTRACT

Technology surveillance has a special place nowadays, in the success and development of R+D+i process, in research centers and academic environment. Technology surveillance in universities and research centers is focused in the constant analysis of the research lines, research leaders, collaborations chances and current trends in specific research fields. This paper presents a technology surveillance model supported by recommendations by an application that takes into account the preferences of the researchers in the academic environment. The recommender system uses the collaborative filtering technique in order to compute the behavior and past user interactions and infer the recommendations. This approach allows recommending useful, automatic and proactive collaboration possibilities and topics of interest which are discussed within the scientific community in general.

Key words: *technological surveillance, collaborative filtering, recommender system, academic environment, research centers.*

I. INTRODUCCIÓN

La vigilancia tecnológica (VT) es un proceso que permite obtener alertas de amenazas y oportunidades sobre el surgimiento de las nuevas tecnologías y reportes de inteligencia con información relevante para la toma de decisiones relacionadas con las tecnologías organizacionales. Con el apoyo de una plataforma colaborativa, la VT puede brindar nuevos servicios [1], como la publicación de información relacionada con las investigaciones de cada investigador, la localización de usuarios y contenidos, el seguimiento de contenidos, el etiquetado de contenidos de manera estructurada; así como la obtención de reportes de información y consolidados, lo que permite la detección de nuevos proyectos y nuevas tecnologías y la evolución de las mismas en una comunidad científica.

A pesar de todas las ventajas que ofrece la existencia de una plataforma colaborativa [2; 3; 4] para el desempeño del proceso de VT en universidades y centros de investigación, los investigadores desconocen las personas o grupos de personas que trabajan en temáticas similares dentro de una comunidad en particular; además de que pueden emplear mucho tiempo buscando información pertinente para sus investigaciones. Esta limitación es particularmente relevante estudiarla en comunidades que contienen un gran número de miembros [5]. Los sistemas de recomendaciones permiten de manera automática y proactiva [6; 7] proponer oportunidades de colaboración con otros investigadores que trabajan en temáticas similares, proyectos de investigaciones y/o comunidades de práctica afines.

De las interacciones históricas que hace el investigador con la plataforma colaborativa se pueden obtener valoraciones implícitas que han hecho éstos sobre los distintos contenidos publicados. Estas valoraciones permitirán caracterizar a los investigadores con mayor precisión y, por último, que se muestren sugerencias de contenidos relevantes para ellos como servicio que mejore su desempeño en la plataforma colaborativa.

El objetivo general del presente trabajo es realizar una propuesta sobre cómo un sistema de recomendaciones basado en el filtrado colaborativo se acopla con el modelo de VT aplicado en el contexto académico e investigativo. Para dar cumplimiento a este objetivo general se estudian los modelos actuales de VT, las tecnologías y tendencias de la web 2.0, los sistemas de recomendaciones y su apoyo a las etapas de generación de información relevante para una comunidad de investigadores.

II. MÉTODOS

Como parte de los antecedentes de la presente investigación y utilizando el método de síntesis se analizaron 18 modelos internacionales de VT y 8 modelos cubanos. En el ámbito internacional se encontraron definidos procesos de VT y sistemas de VT en 2 normas europeas (francesa [8] y española [9]), y son estudiados otros modelos que se definen de manera genérica para aplicarlos a cualquier tipo de organización. Los primeros 2, enfocados en la organización del sistema y las estrategias organizacionales; mientras que en los trabajos de García y Maciá (2010), León et al. (2005), Lichtenthaler (2003) y Morcillo (2003) [10; 11; 12; 13] fueron enfrentados de manera genérica, con un mayor énfasis en las capacidades de gestión de la información [14; 15; 16; 17] que son necesarias para obtener un buen reporte de VT y como consecuencia, viabilizar la toma de decisiones estratégicas [18; 19; 20; 21].

En el ámbito nacional, los modelos de VT estudiados están enfocados en los sectores de la Educación Superior [22], Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales de Camagüey [23], Estación Experimental "Indio Hatuey" de Matanzas [24], Empresa Industrial Azucarera [25], Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria [26] y otras de carácter compilador que, de manera genérica, enfatizan en las actividades de I+D [27; 28; 29]. Se identifica que la VT es un proceso informacional, que debe desarrollarse en las organizaciones de forma cíclica y que su principal componente son las personas, que interpretan las señales y toman las decisiones a partir de la información obtenida sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial; relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad o amenaza para ésta.

MODELO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA APOYADO POR RECOMENDACIONES BASADAS EN EL FILTRADO COLABORATIVO

La necesidad de establecer sistemas de vigilancia está planteada y reconocida en el entorno empresarial cubano, pero aún no se concretan acciones prácticas que faciliten la implementación de programas coherentes en este sentido [23]. A ello se suman otros criterios [24] acerca de que en Cuba, la propia esencia de su régimen socioeconómico garantiza las condiciones para la implementación de la VT, pero las experiencias desarrolladas alcanzan sólo a los procesos de gestión de información y del conocimiento como saber almacenado, sin que se hayan encontrado ejemplos dirigidos hacia la creación generalizada de capacidades.

Para el marco de la presente investigación se asume la definición de VT dada por AENOR (2011) definiéndose que es un proceso organizado, selectivo y permanente, de captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios [9].

Para la VT, la Web es una fuente de información de gran utilidad en nuestros días, donde se encuentran disponibles un gran número de recursos que proveen la información pertinente para las organizaciones. La nueva generación de la Web catalogada como Web 2.0 o Web Social [3; 4; 30; 31], trajo consigo la popularización, estandarización y publicación de numerosos servicios de gran valor para la difusión de información científico-técnica y para la colaboración científica entre personas y entidades. Muchos de estos servicios de información se encuentran libremente en la Web [32] y constituyen fuentes de información y herramientas de gran valor para la práctica de la vigilancia tecnológica.

Los investigadores pueden hacer uso de las nuevas tecnologías disponibles en la Web para apoyar sus investigaciones, en la búsqueda de información y en la obtención de ésta de manera abierta y sin costo alguno. La nueva era de la Web sirve de soporte para la realización de la vigilancia tecnológica y sus tendencias hacen más viables las investigaciones.

Las tendencias actuales de la Web 2.0 pueden resumirse en las siguientes [2; 33]:

- Compartir información fácilmente en la Web
- Sindicar o distribuir contenidos a través de la Web
- Acceder libremente a diferentes servicios de información en la Web
- Mezclar o combinar servicios disponibles en la Web

Por su parte, las tecnologías que apoyan o dan soporte a estas tendencias son [2; 33]:

- Redes sociales apoyadas por plataformas colaborativas
- Perfiles de usuarios
- Wikis
- Blogs
- Etiquetado social
- Servicios Web basados en el Protocolo de Acceso a Objetos Simple (*Simple Object Access Protocol*, SOAP, por sus siglas en inglés) y Transferencia de Estado Representacional (*Representational State Transfer*, REST, por sus siglas en inglés)
- Interfaces Programables de Aplicaciones Web (API, por sus siglas en inglés)
- Formatos basados en XML (*Extensible Markup Language*) como: RSS (*Really Simple Syndication*) y ATOM (lenguaje de dominio específico ATOM).
- Mashup o Sitios Web híbridos

En la tabla 1 se muestra cómo las tendencias mencionadas apoyan al proceso de vigilancia tecnológica y cómo son apoyadas por las tecnologías listadas anteriormente.

Desde el surgimiento de la Web y su rápida popularización a partir de la década de los 90, comenzaron a crecer el número de aplicaciones y con ellas el volumen de información contenida. A la par, el número de usuarios en la Web ha crecido en los últimos 20 años y consecuentemente los servicios disponibles se han transformado, haciendo mejor la interacción de las personas con las aplicaciones. En el marco del comercio electrónico y de las redes sociales surgen los llamados Sistemas de Recomendaciones o Recomendadores (SR), los cuales tienen como objetivo central mejorar la localización de información en los sistemas en la Web para los usuarios.

Los SR son aplicaciones o componentes de *software* que procesan las preferencias de los usuarios para sugerir información de gran interés para ellos, limitando el tiempo de las búsquedas al aportar elementos que pudieran ser relevantes. Estos sistemas proveen alertas de información a los usuarios y son de gran ayuda cuando se necesitan consultar grandes volúmenes de información [34].

Tabla 1. Apoyo de las tendencias y tecnologías de la Web 2.0 a la vigilancia tecnológica

Tendencias	Tecnologías	Apoyo a la VT
Compartir información fácilmente	<i>Wikis, Blogs, Perfiles de usuarios, Redes sociales, Etiquetado social, Plataformas colaborativas</i>	Intercambio científico, retroalimentación, generación de información científica y tecnológica.
Sindicación de contenidos	RSS, ATOM, XML	Actualización de los últimos contenidos de un sitio en la Web.
Acceso abierto a servicios de información	Servicios Web e Interfaces de aplicaciones (API)	Obtención de información científica y tecnológica sin costo alguno.
Mezcla de servicios	<i>Mashup, RSS, Servicios Web y API</i>	Obtener nuevos servicios de información con valor añadido.

Existen 3 técnicas básicas para obtener recomendaciones de información: las basadas en colaboración o filtrado colaborativo, las basadas en contenidos y las basadas en conocimiento. Cada una de las técnicas opera con diferentes tipos de información para predecir el posible interés de un usuario sobre un elemento de información del sistema.

El filtrado colaborativo es considerada una de las técnicas más empleadas para obtener recomendaciones [5; 7; 35]. Esta técnica se basa en emplear información del comportamiento pasado de los usuarios y de las opiniones o valoraciones de una comunidad de usuarios, para predecir los elementos que a un determinado usuario le pudieran interesar [34]. Esta técnica se basa en la premisa de que usuarios que comparten iguales gustos u opiniones en el pasado y presente, tienen una alta probabilidad de compartir los mismos gustos u opiniones en el futuro.

El filtrado colaborativo puede enfocarse hacia los usuarios o hacia los elementos. Cuando se enfoca a los usuarios, se debe calcular la similitud entre ellos utilizando sus características u opiniones pasadas. Cuando se hace hacia los elementos, se debe calcular la similitud entre los elementos de cada usuario utilizando en este caso las distintas valoraciones de los usuarios a estos elementos [6].

III. RESULTADOS

Modelo de vigilancia tecnológica apoyado por una plataforma colaborativa

La vigilancia que se lleva a cabo en el contexto académico y en centros de investigación se desarrolla sobre el entorno científico y tecnológico y está centrada en el seguimiento de las líneas de investigación y de las tendencias actuales de éstas, que permitan guiar las investigaciones en la universidad y que apoyen la planeación estratégica.

Los investigadores pueden hacer uso de las nuevas tecnologías disponibles en la Web para apoyar sus investigaciones, en la búsqueda de información y en la obtención de ésta, de manera abierta y sin costo alguno. Las plataformas colaborativas permiten descubrir, obtener y compartir información científica y tecnológica, creando comunidades científicas y propiciando la inteligencia colectiva. La nueva era de la Web sirve de soporte para la realización de la vigilancia tecnológica y sus tendencias hacen más viables las investigaciones.

La labor investigativa de cada individuo en el contexto académico y en centros de investigación resulta de vital importancia para el conocimiento y gestión de las investigaciones en este entorno. Cada investigador es un ente que por sí solo monitorea fuentes de información, busca, recupera información y procesa la información obtenida, generando de esta manera información relevante para su temática o línea de investigación. Se puede afirmar entonces que la vigilancia en este contexto se lleva a cabo como un proceso sistemático por cada investigador o grupo de investigación. Por tanto, una manera de realizar y/o apoyar la vigilancia tecnológica sería incentivando las investigaciones individuales y promoviendo el intercambio colectivo entre los investigadores.

Una forma de efectuar el intercambio entre los investigadores en este contexto es mediante herramientas colaborativas que contribuyan al intercambio de información y propicien un entorno

MODELO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA APOYADO POR RECOMENDACIONES BASADAS EN EL FILTRADO COLABORATIVO

adecuado para la generación de nuevo conocimiento. Según Infante et al. (2011), el empleo en el contexto académico y en centros de investigación de una plataforma colaborativa, permitirá gestionar tanto la información interna generada por cada investigador como información externa que pueda ser adquirida [1].

El papel fundamental dentro de este modelo lo juegan los usuarios, quienes contribuyen con contenidos a través de una plataforma colaborativa. Estos contenidos demandan necesariamente responsabilidades y beneficios dentro del modelo que están acoplados con los procesos organizacionales y no generan nuevos procesos, sino que apoyan los ya existentes y de alguna manera los simplifican. Los investigadores individuales introducen en la plataforma colaborativa, por ejemplo, la información básica de perfil de investigador (*currículo vitae*), artículos científicos de su producción, proyecto de investigación en que se encuentra trabajando y áreas de interés de investigación. Todos estos elementos constituyen páginas dentro de la plataforma que pueden ser etiquetadas por los usuarios, lo cual enriquece la información contenida en ellas [1].

De esta manera se podrán ver los elementos de otros investigadores e incluso los directivos tienen la posibilidad de conocer las redes internas de investigación que existen, qué tipo de artículos por grupo de clasificación están siendo publicados y por quién, listado de publicaciones por año y por grupo de clasificación; y la actividad científica puede ser visualizada sin tener que solicitar que se generen informes anuales, con una actualización sistemática derivada de la actualización constante que cada investigador tiene de su *currículo vitae*.

En contraste con los modelos tradicionales de VT, en este acercamiento se visualiza la VT como un proceso continuo que es llevado a cabo por muchas personas en paralelo y no como una secuencia de pasos consecutivos.

Modelo de vigilancia tecnológica apoyado por recomendaciones

El término vigilancia se asocia con las acciones de observación, captación de información y análisis de la misma, para convertir señales dispersas en tendencias y recomendaciones para tomar decisiones [2]. Resulta imprescindible para la realización de la vigilancia, la obtención de recomendaciones personalizadas destinadas a los investigadores. Esto es posible mediante el empleo de un sistema de recomendaciones o componente de recomendaciones, el cual debe ser integrado en el proceso de vigilancia. A través del empleo de una plataforma colaborativa se pueden realizar recomendaciones personalizadas a cada usuario del sistema o miembro de la comunidad. Mientras más interactúe el usuario con la comunidad, mejor serán las inferencias que el sistema realice sobre sus gustos o preferencias, ya que el filtrado colaborativo se nutre de esta interacción.

La generación sistemática de recomendaciones para los investigadores en el contexto académico constituye un modo de realizar la VT. La tabla 2 muestra cómo cada una de las etapas de la VT puede ser soportada por un sistema de recomendaciones, en este caso aplicando la técnica de filtrado colaborativo (FC).

Tabla 2. Relación de las etapas de la vigilancia tecnológica con las etapas del sistema de recomendaciones con filtrado colaborativo.

Vigilancia Tecnológica	Sistema de Recomendaciones
Monitorización y Captura de información	Obtención de valoraciones y características de los usuarios
Análisis y Procesamiento de información	Cálculo de similitudes y Formación de vecindades
Inteligencia	Inferencia de valoraciones y obtención de los elementos a recomendar
Difusión de resultados	Visualización de las recomendaciones

El modelo de VT apoyado por recomendaciones basadas en el filtrado colaborativo, propone el uso intensivo de una plataforma colaborativa, donde el investigador creó su perfil de investigación y donde el sistema genere recomendaciones con alertas de información de posible interés. La figura 1 muestra el modelo propuesto e ilustra la interacción entre la Web como fuente de información y

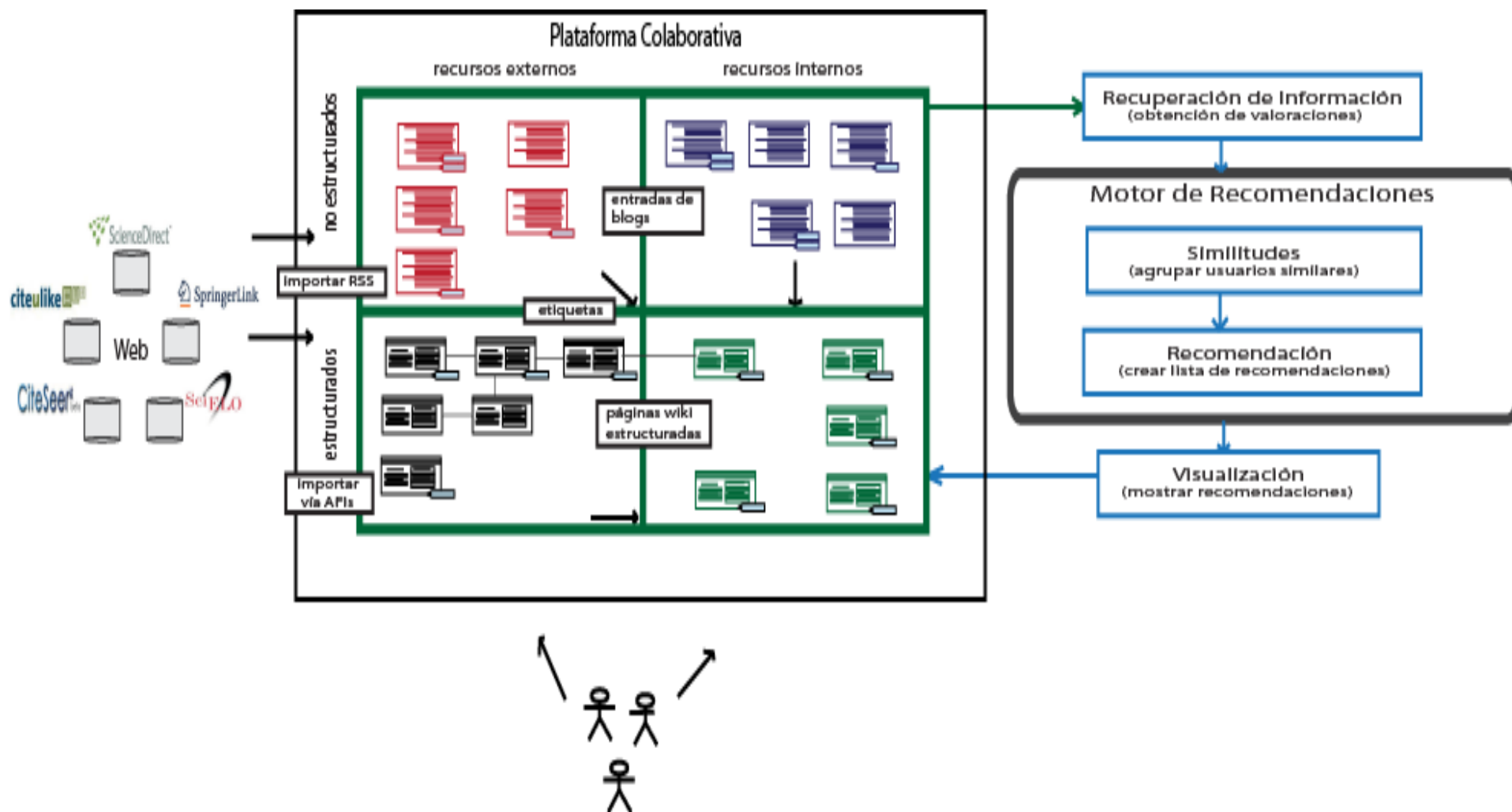


Figura 1. Modelo de vigilancia tecnológica apoyada por un sistema de recomendaciones basado en el filtrado colaborativo.

MODELO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA APOYADO POR RECOMENDACIONES BASADAS EN EL FILTRADO COLABORATIVO

servicios, la plataforma colaborativa como medio de creación de contenidos e intercambio científico, el componente de recomendaciones que genera alertas de contenidos de posible interés para cada usuario de la plataforma y los usuarios como los principales agentes de generación de información.

La plataforma colaborativa permite adicionar etiquetas a los distintos contenidos, lo cual es empleado en el proceso de recomendaciones para mejorar las valoraciones de los usuarios y conformar el llamado perfil de cada usuario [7; 35]. Nuevas etiquetas pueden ser fácilmente adicionadas donde sean necesarias y sugerencias de etiquetas son presentadas a los usuarios por el sistema para mantener consistencia. Las etiquetas son principalmente usadas para indicar los tópicos de investigación que están acordes con un documento insertado, un artículo, un evento o proyecto (páginas para la plataforma). Por supuesto, los usuarios son libres de usar las etiquetas también para su organización individual de contenidos, lo cual es apoyado en muchas plataformas colaborativas a través de la sugerencia de etiquetas según el empleo regular de términos conjuntamente. De este modo los usuarios pueden seleccionar de una lista de etiquetas ya existentes en la plataforma, las que deseen, disminuyendo el riesgo de escribir términos similares de maneras diferentes.

Los componentes fundamentales de la plataforma son *wikis* estructuradas, *blogs*, archivos compartidos y las funcionalidades de etiquetado mencionadas anteriormente. Adicionalmente, es posible importar canales de noticias (en formato RSS) que estarán disponibles y representados en el sistema a través de entradas de *blogs*.

Las capacidades estructurales de la plataforma utilizada permiten a los usuarios adicionar etiquetas o atributos y tipos para todas las páginas *wikis*. Los atributos son simples pares de valores claves, con una buena relación entre el texto literal o los enlaces a otras páginas *wikis*. Éstos pueden tener múltiples valores para un atributo y nuevos atributos pueden ser adicionados dinámicamente por los usuarios siempre que ellos lo necesiten [1].

Dado que todas las páginas *wikis* pueden ser enriquecidas con atributos estructurados, lo único que no es estructurado son los contenidos de las entradas de *blogs* y los archivos (los cuales puede ser adjuntado a las páginas *wikis*). Parte de las entradas de los *blogs* son creadas por los mismos investigadores en *blogs* personales acerca de sus propias investigaciones. Además, los investigadores pueden configurar un *blog* para importar sus marcadores (*bookmarks*) de búsquedas desde los servicios de marcadores sociales como Delicious (<http://www.delicious.com>) vía un canal de noticias RSS. Dado que las etiquetas son importadas también, es posible compartir noticias y sitios Web acerca de un tópico en particular con otros investigadores.

Adicionalmente, la subscripción a canales de noticias de las bases de datos científicas que no ofrecen actualización estructurada y solamente notificaciones RSS es configurada por los investigadores de experiencia. Ellos importan de noticias acerca de publicaciones relevantes para un campo en particular de investigación relevante para la universidad.

Toda la información que se internaliza en la plataforma y que se encuentra estructurada constituye valoraciones implícitas que los usuarios realizan a los distintos elementos. La creación de contenidos, la edición y la lectura constituyen acciones que los usuarios realizan constantemente en la plataforma colaborativa y que expresan el interés hacia los contenidos. El componente de recomendaciones es capaz de obtener las valoraciones de la plataforma, las que son empleadas para conformar grupos de usuarios de acuerdo a las similitudes entre ellos.

De cada investigador se genera un vector de etiquetas (que contiene las palabras o términos más empleados por éste para etiquetar sus contenidos dentro de la plataforma) y un vector de elementos (que contiene las páginas valoradas por éste dentro de la plataforma). Estos vectores permiten identificar y caracterizar a cada investigador. Posteriormente se deben calcular las similitudes entre los investigadores aplicando métodos matemáticos y estadísticos, como la técnica de agrupamiento o análisis de conglomerados y las medidas de similitud entre vectores.

Para un investigador determinado (investigador objetivo) se calculan las similitudes con el resto de los investigadores, usuarios de la plataforma. Cada similitud es calculada teniendo en cuenta los vectores de elementos y los vectores de etiquetas y mediante una suma ponderada se obtiene un único valor de similitud entre 2 investigadores.

Una vez calculadas las similitudes entre los investigadores, debe ser creada una vecindad para el investigador objetivo, la cual constituye una lista de investigadores vecinos. Esta lista se puede obtener analizando cada investigador y verificando que su similitud ponderada con el investigador objetivo se encuentre por encima de un umbral U , o simplemente seleccionando los K

investigadores con similitud más alta. Ambas estrategias se pueden combinar verificando que los K investigadores seleccionados deban estar por encima del umbral U .

La técnica de filtrado colaborativo indica que se le recomiende a los usuarios aquellos elementos nunca vistos o valorados por él y que sí han valorado sus vecinos. Basados en esta premisa, se deben identificar los elementos nuevos o no vistos por el investigador objetivo, aquellos que están en el sistema y que no están en el vector de elementos del investigador. Seguidamente se debe calcular una puntuación o valoración inferida para cada elemento nuevo. Las recomendaciones que se le realizan al investigador objetivo son los elementos nuevos que tienen una alta puntuación.

A través de la propia plataforma colaborativa le llegan a los investigadores las recomendaciones, que son mostradas en una pantalla individual para cada usuario. Estas recomendaciones serán más efectivas en la medida que se disponga de un mayor volumen de información para obtener valoraciones más certeras y por tanto, agrupar investigadores con otros que realmente se parezcan más a él.

IV. DISCUSIÓN

En contraste con los modelos tradicionales de VT y específicamente para el ámbito universitario, se refleja que, por la capacidad y experticia que obtienen los investigadores en este ámbito, se pueden considerar expertos, que utilizan y generan informaciones pertinentes en su campo de actuación. Estos resultados, que incluyen desde el conocimiento de los líderes internacionales y nacionales, los eventos internacionales y nacionales, así como principales publicaciones específicamente en las temáticas que ellos investigan, entre otros elementos; se consideran claves como fuente de VT. Estas fuentes de VT son organizadas a través del Modelo de VT apoyada por un SR basado en el FC, mediante el cual se impide la duplicación de investigaciones, se emiten resultados constantes de búsquedas de calidad validadas por los expertos, en este caso investigador, pudiendo afirmar que de esta forma se visualiza la VT como un proceso continuo que es llevado a cabo por muchos expertos en paralelo.

El modelo de VT apoyado por recomendaciones basadas en la técnica de filtrado colaborativo, se encuentra implantado en la Facultad de Ingeniería Industrial, mediante el empleo de una plataforma colaborativa para la gestión de las investigaciones y de la labor científica de cada investigador. El sistema de recomendaciones implantado en la universidad en apoyo a las investigaciones y al desarrollo de la VT, permite la generación de nuevos vínculos entre los investigadores y la obtención de información personalizada y precisa para ellos.

En una primera aproximación a la validación de los resultados, fue tomado un escenario dentro de la Facultad formado por 15 investigadores, las páginas pertenecientes a éstos en la plataforma (32 páginas en total) y las etiquetas que los investigadores emplean (48 etiquetas en total), con vistas a analizar el comportamiento de 2 métricas de gran utilidad: la precisión y la cobertura de los elementos recomendados. En los SR la precisión indica cuán certeras son las recomendaciones realizadas y mide la capacidad del sistema de recomendar solamente los elementos relevantes. Por su parte, la cobertura permite determinar el espectro de recomendaciones relevantes que el sistema puede obtener y mide la capacidad del sistema de recomendar todos los elementos relevantes existentes [34; 36].

Los resultados obtenidos con la aplicación de un conjunto de pruebas experimentales arrojan un balance positivo del sistema, obteniendo buenos valores de precisión y cobertura en las recomendaciones en comparación con los resultados obtenidos en otros trabajos similares [35; 37; 38].

La figura 2 muestra la precisión media y la cobertura media de las recomendaciones realizadas a los investigadores existentes en el escenario y su comportamiento en función del peso que se le da a las etiquetas y a los elementos en el cálculo de las similitudes entre investigadores. Se puede observar que la precisión y la cobertura de las recomendaciones aumentan en la medida que aumenta el peso de las etiquetas y disminuye el peso de los elementos. Resulta pertinente señalar que los valores de precisión no tienen un aumento perceptible (de 0.48 a 0.5) para los pesos de las etiquetas entre 0.2 y 1.0, aunque éstos se consideran significativos. Se observa una diferencia respecto a si no se emplean las etiquetas (precisión de 0.32) y a si se emplean solamente etiquetas (precisión de 0.5).

Los investigadores (usuarios de la plataforma) reciben con regularidad recomendaciones de nuevas páginas que son adicionadas por otros investigadores que se consideran similares a ellos. Según muestran los resultados de las métricas empleadas, la mayoría de las páginas

MODELO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA APOYADO POR RECOMENDACIONES BASADAS EN EL FILTRADO COLABORATIVO

recomendadas resultan relevantes para los investigadores y la gran mayoría de éstas resultan ser las que realmente les interesan a los investigadores.

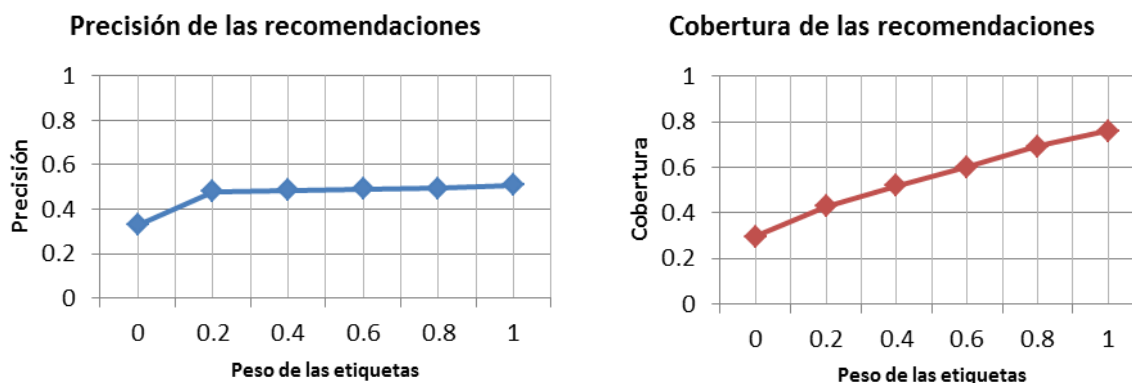


Figura 2. Resultados de la precisión y la cobertura de las recomendaciones.

Con el sistema de recomendaciones es posible aumentar la eficiencia del proceso de VT, pues se disminuye el tiempo que tardan los investigadores en localizar información relevante para ellos. Empleando los mecanismos de búsqueda tradicionales con que cuentan las plataformas, los investigadores necesitan especificar las palabras claves o términos asociados a los contenidos que desean localizar y cuando el volumen de información es muy grande (miles de páginas y de usuarios), los resultados de la búsqueda pueden contener muchas páginas, resultando lento el proceso de localizar los contenidos de interés.

Con la implantación del SR, los investigadores no necesitan emplear los mecanismos de búsquedas tradicionales, pues de manera proactiva se les recomiendan páginas que son consideradas de interés.

Se deberán estudiar con más detalle otras técnicas para obtener recomendaciones como la basada en contenidos y la basada en conocimiento, así como los distintos enfoques híbridos que permitan combinar estas técnicas, con vistas a obtener mejores resultados.

V. CONCLUSIONES

1. Las tecnologías de la Web 2.0 permiten crear una gran dinámica dentro de la concepción de VT en la organización, lo que proporcionará visualizar posibles oportunidades de colaboración a lo interno y externo de la universidad.
2. Mediante una plataforma colaborativa se puede acceder, compartir e intercambiar información, así como generar perfiles de investigadores que apoyan el fomento de la inteligencia colectiva.
3. Un sistema de recomendaciones resulta de gran importancia para el desarrollo de las investigaciones y para el logro de los objetivos de la vigilancia tecnológica en el contexto académico, siempre y cuando se cuente con el apoyo de una plataforma colaborativa que apoye el intercambio de información en la comunidad científica existente.
4. Las recomendaciones obtenidas mediante el filtrado colaborativo generan alertas de información personalizadas de manera automática y proactiva, para cada uno de los investigadores miembros de una comunidad científica, potenciando la inteligencia colectiva y aumentando la eficiencia del proceso de VT.
5. El modelo de VT apoyado por recomendaciones automáticas deberá constituir una vía de generar nuevo conocimiento en el contexto académico, a través de la inteligencia colectiva y de la adquisición de información relevante de diferentes fuentes. Resulta entonces pertinente trabajar próximamente en el diseño de un modelo de recomendaciones que contemple la obtención de información y conocimiento de la Web, apoyándose en las tecnologías de la Web 2.0 y la Web 3.0, y que genere recomendaciones automáticas empleando un enfoque híbrido que contenga lo mejor de cada técnica existente. 🏠

VI. REFERENCIAS

1. INFANTE, M. B.; MATTHES, F.; STEINHOFF, A., «Using Web 2.0 Technologies to Support Technology Surveillance in a University Context», en Passau University, *ECKM 2011: The*

- 12th European Conference on Knowledge Management* Passau (Germany), 2011, ISBN 978-1-908272-10-2 Cd.
2. ARNAL, D. M., *Informe APEI sobre web social* APEI, 2008 -, publ. -[consulta: 2011-02-08]. Disponible en: <<http://eprints.rclis.org/archive/00015106/01/informeapeiwebsocial.pdf>>.
 3. MUSSER, J., *Web 2.0 Principles and Best Practices* New York, O'Reilly Radar, 2006, ISBN 978-0-596-52769-3.
 4. O'REILLY, T., *What Is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software* [en línea], O'Reilly, 2005 [consulta: 2008-04-25]. Disponible en: <<http://oreilly.com/lpt/a/6228>>
 5. CHEVALIER, M.; JULIEN, C.; SOULÉ-DUPOUY, C., *Collaborative and Social Information Retrieval and Access*, United States of America, Information Science Reference, 2009 (Techniques for Improved User Modeling), ISBN 978-1-60566-307-4.
 6. BOGERS, T.; VAN DEN BOSCH, A., «Collaborative and Content-based Filtering for Item Recommendation on Social Bookmarking Websites», en *ACM RecSys '09 Workshop on Recommender Systems and the Social Web* New York, CiteSeerx, 2009, [consulta: 2010-05-16]. Disponible en: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.189.3216>>
 7. ZHEN, Y.; LI, W.; YEUNG, D., «TagiCoFi: tag informed collaborative filtering», en *Proceedings of the third ACM conference on Recommender systems* New York, ACM, 2009, pp. 69-76. [consulta: 2010-03-21]. ISBN 978-1-60558-435-5. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1145/1639714.1639727>>
 8. *Norma AFNOR XPX50-053 Servicios de Vigilancia y servicios de establecimiento de un sistema de vigilancia*, Francia, AFNOR, 1998.
 9. *UNE 166006 R&D&i management: Technological watch and competitive intelligence system*, Spain, 2011.
 10. GARCÍA, A. S.; MACIÁ, J. L., «Relación Universidad-Empresa y la Inteligencia Competitiva», en *Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la competitividad* Guanajato (Colombia), 2010, ISBN 978-607-95030-4-8.
 11. LEÓN, A.; CASTELLANOS, O.; MONTAÑEZ, V., *Tendencias actuales en la comprensión de la vigilancia tecnológica como instrumento de inteligencia en la organización*, Instituto colombiano para el fomento de la Ciencia y la Tecnología - Colciencias, 2005, ISBN 959-234-040-4.
 12. LICHTENTHALER, E., «Third generation management of technology intelligence processes» *R&D Management*, 2003, vol. 33, no. 4, pp. 361-375, ISSN 1467-9310.
 13. MORCILLO, P., «Vigilancia e inteligencia competitiva: fundamentos e implicaciones», *madri+d* [en línea], 2003, vol. 17, no. junio-julio, pp.1-11 [consulta: 2003-07-05], ISSN 1579-9506. Disponible en: <<http://www.madrimasd.org/revista/revista17/tribuna/tribuna1.asp>>
 14. NOSELLA, A.; PETRONI, G.; SALANDRA, R., «Technological change and technology monitoring process: Evidence from four Italian case studies» *Journal of Engineering and Technology Management*, 2008, vol. 25, pp. 321-337, ISSN 0923-4748.
 15. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), *Política Nacional de Información, Acuerdo 4002 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros (CECM)*, La Habana, 2003.
 16. PALOP, F.; VICENTE, J. M., *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Su potencial para la empresa española* [en línea], COTEC, 1999 [consulta: 1999-02-15]. Disponible en: <<http://www.navactiva.com>>
 17. PEYTON, R., «Scaling the technology opportunity analysis text data mining methodology: data extraction, cleaning, online analytical processing analysis, and reporting of large multi-source datasets», [Doctor of Philosophy], Capella (USA), Capella University, 2006.
 18. BYUNGUN, Y., «On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity» *Expert Systems with Applications*, 2008, vol. 35, pp. 124-135, ISSN 0957-4174.
 19. PORTER, A.; CUNNINGHAM, S. W., *Tech mining. Exploiting New Technologies for Competitive Advantage*, New Jersey, Wiley-Interscience, 2005, ISBN 0-471-47567-X.
 20. SÁNCHEZ, J. M., PALOP, F., *Herramientas de Software especializadas para Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva* [en línea], 2006 [consulta: 2012-06-15]. Disponible en: <<http://blog.pucp.edu.pe/media/93/20120630-sanchez-palop-2006-.pdf>>
 21. SAVIOZ, P., *Technology Intelligence. Concept Design and Implementation in Technology-based SMEs*, Great Britain, Palgrave macmillan, 2004, ISBN 1-4039-0583-5.

MODELO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA APOYADO POR RECOMENDACIONES BASADAS EN EL FILTRADO COLABORATIVO

22. ESTÉVEZ, V., «Diseño de un sistema de vigilancia tecnológica en la educación superior», en *INFO 2010* La Habana, IntEmpress 2010, 2010, ISBN 978-959-234-081-7.
23. BOUZA-BETANCOURT, O.; GUTIÉRREZ-ÁLVAREZ, M.; RAPOSO-VILLAVICENCIO, R., «Sistematización de la Vigilancia Científica y Tecnológica en organizaciones cubanas» *Ciencias de la Información*, 2010, vol. 41, no. 2, pp. 53-57, ISSN 0138-7324s.
24. CASAS, L., «Propuesta de sistema de vigilancia tecnológica apropiado para la estación experimental "Indio Hatuey"», [*tesis de maestría*], Matanzas (Cuba) Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", 2010.
25. LEÓN, T.; GONZÁLEZ, E.; DÍAZ, D., «Diseño e implementación de un Sistema de Vigilancia Tecnológica en una empresa de escasos recursos», en *Interpret Info2004* Habana, IDICT, 2004, [consulta: 2010-03-21]. Disponible en: <<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/eventos/index/assoc/HASH6393.dir/doc.pdf>>
26. BATISTA, D. et al., «Establecimiento de un sistema de vigilancia científico-tecnológica», *Acimed*, 2003, vol. 11, no. 6, ISSN 1024-9435.
27. ALPÍZAR, M. A., *La vigilancia tecnológica para la actividad de investigación y desarrollo* [en línea], Santiago de Cuba (Cuba), Centro de Biofísica Médica. Universidad de Oriente, 2007 [consulta: 2011-02-11]. Disponible en: <http://www.delfos.co.cu/boletines/bsa/PDF/2_VT_ID.pdf>
28. LEÓN, T.; GONZÁLEZ, E.; VICTOROVIC, V.; GARCÍA, M.; ARANGUIZ, D., «La vigilancia tecnológica como herramienta para la definición de macroproyectos de investigación», en *CIGET-IDICT- Información y Gestión Tecnológica* Villa Clara (Cuba), 2006, [consulta: 2011-02-11]. Disponible en: <http://www.delfos.co.cu/boletines/bsa/PDF/28_herramientamacroproyecto.pdf>
29. PABLOS, P.; RIZO, G. A.; RODRÍGUEZ, E.; RODRÍGUEZ, M., *Informatización para la toma de decisiones. Proyecto CITMA (2006-2008)* [en línea], La Habana, Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), 2008 [consulta: 2010-03-21]. Disponible en: <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2009/slr.htm>>
30. FUMERO, A.; ROCA, G., *Web 2.0* [en línea], Ciudad, Fundación Orange, 2007 [consulta: 2009-02-10]. Disponible en: <http://fundacionorange.es/areas/25_publicaciones/WEB_DEF_COMPLETO.pdf>
31. GOVERNOR, J.; NICKULL, D.; HINCHCLIFFE, D., *Web 2.0 Architectures*, México D. F.s, O'Reilly Media, Inc., 2009, ISBN 978-0-596-51443-3.
32. ALONSO, J.; SUBIRATS, I.; MARTÍNEZ, M. L., *Informe APEI sobre acceso abierto* APEI, 2008 -, publ. -[consulta: 2009-02-10]. Disponible en: <<http://eprints.rclis.org/archive/00015107/01/informeapeiaccesoabierto.pdf>>.
33. LYTRAS, M. D.; DAMIANI, E.; ORDÓÑEZ, P., *Web 2.0 The Business Model*, New York, Springer Science+Business Media, 2009, ISBN 978-0-387-85894-4.
34. JANNACH, D.; ZANKER, M.; FELFERNIG, A.; FRIEDRICH, G., *Recomender Systems, an Introduction*, New York, Cambridge University Press, 2010, ISBN 978-0-521-49336-9.
35. TSO-SUTTER, K. H. L.; MARINHO, L. B.; SCHMIDT-THIEME, L., «Tag-aware Recommender Systems by Fusion of Collaborative Filtering Algorithms», en Hildesheim (Germany), Information Systems and Machine Learning Lab (ISMLL), University of Hildesheim, 2008, ISBN 978-1-59593-753-7.
36. RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B.; KANTOR, P. B., *Recommender Systems Handbook*, New York, Springer, 2011, ISBN 978-0-387-85819-7.
37. LIANG, H.; XU, Y.; LI, Y.; NAYAK, R., «Collaborative Filtering Recommender Systems Using Tag Information», en *International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology* IEEE/WIC/ACM International, 2008, ISBN 978-0-7695-3496-1.
38. PHAM, M. C.; CAO, Y.; KLAMMA, R.; JARKE, M., «A Clustering Approach for Collaborative Filtering Recommendation Using Social Network Analysis» *Journal of Universal Computer Science*, 2011, vol. 17, no. 4, pp. 583-604, ISSN 0948-695X.