

Vigilancia Tecnológica en el Ámbito Universitario de las Ciencias Técnicas

Mercedes Delgado - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

Yoel Abreu- Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

Adrian Hernández - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

Jeidys Martínez - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

Marta Infante - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría,

Resumen

La observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros convertido en conocimiento para la toma de decisiones estratégicas con menor riesgo forman parte de la vigilancia tecnológica, referida al proceso organizado, selectivo y permanente, de captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, lo que permite también anticiparse a los cambios. La vigilancia tecnológica se está llevando a cabo cada vez más en las organizaciones, de las que no ha estado exenta las universidades.

En el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), la creación del Observatorio Tecnológico (OT) en diciembre del 2006 fue impulsado en apoyo a la planeación estratégica al más alto nivel de dirección. El portal del OT de la CUJAE se diseñó haciendo uso de software libre, con lenguaje de programación PHP, con gestor de base de datos MySQL, en base a sistema de gestión de contenidos (CMS) Joomla como aplicaciones Web para crear y administrar sitios de contenidos de manera rápida y sencilla.

En el trabajo que se presenta se caracterizan los procesos y herramientas de la vigilancia tecnológica y la tendencia de ésta a la inteligencia tecnológica. Se muestra la concepción y utilidad del observatorio tecnológico en una universidad de ciencias técnicas cubana: la CUJAE. Se define el Sistema de Información para la Vigilancia Tecnológica para esta aplicación, en vínculo con los procesos que se propone lleven a cabo. También se ejemplifican algunos resultados de la Vigilancia Tecnológica en relación con la Ingeniería Industrial para ámbitos específicos de conocimiento, en los que se aplican procesos, se usan herramientas, se realizan análisis de la información y se mejora la orientación estratégica de la investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial. Para ello se tuvo en cuenta la información proveniente del curriculum vitae e información de los proyectos de investigación de los profesores de la Facultad, de las bases de datos personalizadas de los profesores, maestrantes y doctorantes, de la información recopilada de los resúmenes de las publicaciones de interés de la Web of Science, entre otras bases de datos científicas. Se generaron bases de datos que fueron

analizadas y se realizaron reportes y análisis de tendencias. Su uso permitió identificar líderes (investigadores e instituciones), temáticas y tendencias de investigaciones publicadas en revistas de la Web of Science, y proyectar otros estudios. En el futuro inmediato se implementará una nueva filosofía de trabajo con la incorporación de tecnologías soportadas en la Web 2.0 que garantizan un entorno colaborativo donde el investigador participará directamente en la vigilancia tecnológica como proveedor y usuario de la misma.

Introducción

En la gestión de la innovación tecnológica, la vigilancia forma parte de sus procesos, conjuntamente con los recursos humanos, la colaboración, gestión de proyectos, calidad y sus indicadores (COTEC, 2004). Se define vigilancia tecnológica como “el 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” (AENOR, 2002), La observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros para la toma de decisiones estratégicas, forman parte de la vigilancia tecnológica (Jakobiak, 1992).

Diferentes términos han sido adoptados, como el de vigilancia tecnológica (Porter and Cunningham 2005; Porter 2009), el de inteligencia tecnológica (Lichtenthaler 2003; Savioz 2004; Watts and Porter 2007; Yoon 2008), la previsión tecnológica (Garud y Ahlstrom 1997; Anderson et al. 2008; Zenobia, et al. 2009), y la evaluación tecnológica (Jolly 2008). Han aparecido herramientas de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), como las basadas en métodos como el TRIZ (acrónimo en ruso de la teoría de resolución de problemas inventivos), el CAI (Computer Aided Innovation), para la generación de nuevos conceptos, a partir del conocimiento científico y técnico (bases de datos de patentes, enciclopedias científicas y técnicas) que analizan tecnologías emergentes para la previsión tecnológica y otras que parametrizan, según áreas de interés en páginas web, generando alertas automáticas al detectar un cambio en una de las páginas web indicadas, los que incluyen robots de búsqueda en Internet, rastreadores, spiders o arañas (Mir y Casadesús, 2008).

En la vigilancia se utilizan softwares que generan gráficos, mapas tecnológicos o tablas que brindan información (Cruz et al, 2007) y responden a interrogantes sobre aspectos tan importantes como son: ¿es una tecnología emergente o no?, ¿quiénes son los principales autores que han realizado invenciones en un campo determinado?, ¿quiénes son los titulares que tienen los derechos de explotación de un procedimiento o un producto?, ¿en qué mercados existen estos derechos?, etc (Porter and Cunningham, 2005).

La minería de texto tiene un amplio uso en el descubrimiento de conocimiento de las documentos de patentes, proponiéndose nuevos índices de citaciones en base al comportamiento de redes que permiten detectar tendencias tecnológicas e identificar oportunidades en el desarrollo de nuevos productos (Yoon and Parker, 2004). La universidad y los centros de investigación dependen de esta valiosa información para orientar estratégicamente sus principales actividades formativas o de investigación, con impactos económicos, sociales, con menos riesgo y en un tiempo más corto.

La inserción de las universidades en la generación de conocimiento y en especial en los procesos de innovación ha sido estudiada por diversos autores, tanto desde el punto de vista teórico (formulación de diversos modelos, que tienen como objetivo explicar la relación entre universidad, ciencia, tecnología y sociedad) (Leydesdorff and Meyer, 2003), como desde un punto de vista más pragmático, a partir de la utilización de casos prácticos y de estudios estadísticos, entre otros (Meyer et al, 2005).

Este trabajo tiene como objetivo caracterizar algunas metodologías de vigilancia e inteligencia con sus procesos, lo que permite identificar y aplicar una propuesta metodológica en una universidad de ciencias técnicas, soportada en un observatorio tecnológico. En éste se muestra el uso de la minería para detectar oportunidades en las publicaciones y la tendencia al uso de plataformas colaborativas de la Web 2.0 para la vigilancia tecnológica.

Materiales y métodos

Como parte de los materiales y métodos, se caracterizan las metodologías de vigilancias tecnológicas existentes en cuanto a procesos y autores que las usan y la difunden para llegar a una aproximación de la propuesta metodológica para centros universitarios. En la Tabla 1 se comparan algunas de las metodologías de vigilancia e inteligencia tecnológica (VT) con sus procesos (Delgado et al, 2010), donde FCV significa Factores Críticos de Vigilancia.

Morcillo (2003)	Mignogna (1997)	Sánchez y Palop (2002)	Porter et al. (2005, 2009)	Nossella et al. (2008)	Vázquez (2009)
Problema y objetivos	Planea e hipótesis	Planea/ Identifica necesidades FCV	Define FCV Identifica recurso información/ Define plan de VT		Identifica problemas, factores críticos competitivos y tecnológicos
Fuentes de información	Recopilación interna-externa	Búsqueda y Captura	Búsqueda y Captación	Colección de datos	Identifica/ selecciona información /Busca información
Búsqueda de información					
Análisis de información	Evaluación/ Validación	Analiza y organiza/ Trata y Almacena	Tratamiento y Análisis	Análisis de datos	Analiza información
Valida información					
Informe de inteligencia		Inteligencia/ estrategia	Valida/Explota	Organiza /Propósito/ Implementa	Inteligencia Competitiva
Organiza Información, difunde	Diseminación	Comunica a directivos, difunde/ transfiere conocimiento		Difunde la información	Distribuye resultados
Toma de decisión	Toma de decisión				

Tabla 1. Procesos descritos en metodologías de vigilancia tecnológica.

Las metodologías presentan como procesos comunes los de la búsqueda y análisis de la información. Los otros procesos varían en función del alcance y objetivo de la vigilancia y la

difusión que se realiza sobre los resultados de la misma, incluyendo a los usuarios, así como el proceso de toma de decisiones. Se aprecia que la vigilancia tecnológica "puede ser entendida como un proceso, que proporciona información sobre la tecnología (inteligencia), predice las direcciones que tendrá el cambio tecnológico (previsión) o evalúa el potencial de exploración de las tecnologías que una entidad debe adoptar (evaluación). La implementación de un sistema organizado de vigilancia tecnológica exige enfoques multidisciplinarios horizontales y requiere su adaptación al entorno de la empresa y a su cultura, debiendo estar integrado en sus procedimientos habituales. Con esta sistemática en la vigilancia se podrá formalizar y difundir la información capturada y el conocimiento generado y con ello construir ontologías de dominios en campos específicos de la Investigación y el Desarrollo (Colomo-Palacios, 2010).

Como puede observarse en la Tabla 1, la información es parte sustancial en todos los procesos por los que atraviesa la vigilancia tecnológica. La identificación adecuada de la fuente de información es vital para la vigilancia tecnológica (Morcillo 2003; Giménez y Román 2001), siendo cada vez más usadas las páginas web, en las que están las bases de datos de patentes, revistas científicas, portales de universidades y de otros tipos de entidades de interés. Las fuentes de información deben ser confiables y adecuadas de manera que permitan convertirla en conocimiento para que éste se difunda de forma organizada y sistemática en la organización y que tenga impacto en la toma de decisiones estratégicas (Hertzum, 2002).

La validez de la vigilancia tecnológica dependerá no sólo de las fuentes de información, sino de sus procesos y herramientas de análisis y la competencia del equipo de trabajo responsable del proyecto. Entre las fuentes de información que se utilizan en mayor medida en los centros de investigación y universidades se encuentran las patentes y las publicaciones que se reportan (Nelson, 2009).

Las fuentes de información de acuerdo con su acceso pueden dividirse en las no disponibles electrónicamente y las disponibles electrónicamente. Este último tipo se ve representado, por ejemplo en innumerables bases de datos (artículos, revistas, patentes, etc), las cuales además de organizar grandes volúmenes de información, permiten en muchos casos, su acceso libre o a bajos costos.

Existen múltiples herramientas informáticas que permiten la búsqueda, filtrado, captura, análisis y recuperación de información relevante, clave para el proceso de vigilancia. En los últimos años éstas se han centrado en el tratamiento, análisis y visualización de la información contenida en los documentos. Actualmente se introducen nuevos software especializados tanto para el tratamiento de la información (estadístico, co-word, semántica, lenguaje natural...), como en la integralidad de la solución (ciclo completo de vigilancia-inteligencia) (Cruz et al, 2007). Las herramientas se clasifican según la perspectiva de su uso en:

- Motores, directorios y metabuscadores disponibles en Internet: Constituyen una fuente de acceso a la información con relativa buena calidad y son de acceso libre.
- Software avanzado de búsqueda (metabuscador especializado): ofrecen la posibilidad de generar análisis más detallados, guardar las búsquedas y generar reportes. Su acceso es más restringido que los primeros, aunque ofrecen versiones demostrativas.
- Software de búsqueda, procesamiento y análisis: Son aplicaciones complementarias o programas o paquetes de software de gran capacidad. Analizan estadísticamente la información a fin de encontrar las relaciones más significativas.

- Software especializado en patentes: Son programas desarrollados para evaluar cuantitativamente las patentes (exclusivamente) y determinar las relaciones más significativas. Son programas de instalación en la computadora.
- Software de procesamiento y análisis de información: Son herramientas de orden superior del ciclo de la vigilancia tecnológica, ya que además de permitir la búsqueda de información en cualquier fuente, la procesan y la analizan a través de algoritmos complejos, de acuerdo con las necesidades de información. Otorgan elementos para la formulación y solución de problemas, como las relaciones entre distintos aspectos.

La Web puede ser vista como una amplia e investigable biblioteca virtual (Yao and Yao, 2003), (Leon et al, 2006), dejando de ser objeto de estudio solo de profesionales de la bibliotecología o la documentación, para convertirse en un componente esencial para las investigaciones (Van Deursen et al, 2009), (Vasileiadou and Vliegthart, 2009) incluso con la aplicación de métodos como el Data Envelopment Analysis (DEA) para la evaluación de la eficiencia de grupos de investigación (Pino et al, 2010) o en apoyo a los Sistemas de Ciencia y Tecnología, a partir del uso de estudios sobre la información de publicaciones y patentes (Moed et al, 2005). Toda esa información de la web ha propiciado el tránsito de la vigilancia a la inteligencia tecnológica (Escorsa y Maspons, 2001) y con ello, la creación de los observatorios tecnológicos.

La web ha evolucionado a lo que ha dado en llamarse Web 2.0, término que se le atribuye al desarrollo de la web en general y comprende herramientas que permiten a muchas personas contribuir en contenidos, tanto individualmente como grupal, juntos con nuevas soluciones para organizar esta información. Existen esfuerzos encaminados a utilizar estos en un contexto de investigación y universitario (Procter et al, 2010), (Towns-Andrews 2010), por lo que su uso en la vigilancia tecnológica es una necesidad como una vía para el incremento de la productividad científica.

Resultados y Discusión

En el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), la creación del Grupo Observatorio Tecnológico (OT) en diciembre del 2006 en apoyo a la planeación estratégica de la universidad tiene entre los objetivos más importantes: la búsqueda, el análisis y difusión sobre la enseñanza, publicaciones e investigaciones en universidades técnicas, el monitoreo y la publicación de boletines según las líneas estratégicas de investigación, la difusión de bases de datos personalizadas y el apoyo a la toma de decisiones estratégicas.

La vigilancia tecnológica en la Cujae ha llevado a cabo algunos de los estudios siguientes:

- El análisis de tendencias en ingeniería y arquitectura a nivel internacional en las primeras 200 universidades del ranking (Ranking, 2006).
- La identificación de temáticas de investigación pura e integrada en ingenierías y arquitectura.
- La identificación de tendencias en los planes de estudios y modelos de gestión educativa, en particular para las ingenierías y arquitectura.

- La identificación de programas estratégicos de investigación de la Cujae, entre los que están las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TICs), Medio ambiente, Ciencias de la vida y Nanotecnologías.
- La evaluación de indicadores de innovación de países iberoamericanos y europeos (Delgado et al, 2008).

Otro análisis recientemente realizado se hizo con el objetivo de identificar posibles líderes de universidades de mayor ranking a nivel mundial para que los comités organizadores de la Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura (CCIA, 2010) dispusieran de esa información y les hicieran llegar la convocatoria al evento. Para ello se hizo la búsqueda en función de palabras claves relativas a las temáticas de los eventos y las líneas estratégicas de investigación de la Cujae. También se hizo la búsqueda en los abstract de bases de datos de revistas de la Web of Science y memorias de congresos relacionados con temáticas de la Convención. La información recopilada se insertó en matrices organizadas por eventos, talleres y temáticas y se le envió a los presidentes de los comités organizadores.

En el año 2008 se diseñó un portal web del Observatorio Tecnológico de la CUJAE haciendo uso de software libre, con lenguaje de programación PHP, con gestor de base de datos MySQL, en base a sistema de gestión de contenidos (CMS) Joomla como aplicaciones Web para crear y administrar sitios de contenidos de manera rápida y sencilla (Delgado et al, 2009), siendo su mayor uso el de la publicación de boletines editados por la Dirección de Información Científica Técnica y el enlace a otros portales de interés para la comunidad académica. A partir del año 2008 el trabajo del OT se ha estado realizando a través del Proyecto “Inteligencia Tecnológica en el ámbito universitario e investigativo” de la Facultad de Ingeniería Industrial, con la participación directa de más de 10 especialistas, para darle respuesta a las necesidades prácticas y estratégicas que surgieran. En este proyecto se han definido a la vez varias tesis doctorales y de maestrías.

En el Proyecto de Inteligencia tecnológica se abordan varios problemas de investigación relacionados con los procesos, funciones y procedimientos, el sistema de información, el soporte tecnológico, la infraestructura, la conformación del equipo de trabajo, las responsabilidades y roles, la capacitación, la adquisición y almacenamiento sistemático de la información, el uso de indicadores y métodos cuantitativos de medición de la ciencia y la innovación, la cienciometría, la incorporación de herramientas de minería de dato y de texto, la actualización del portal del Observatorio tecnológico, la migración a la Web 2.0 y el uso de las ontologías y la Web semántica.

Plataforma de Web 2.0 para la Vigilancia tecnológica

Se usa una plataforma colaborativa basada en la web, Tricia, que está desarrollada por infoasset AG (<http://www.infoasset.de>). Esta herramienta ha sido implementada por:

- CNSS: Competencias de software de redes sociales. Es una red basada en la cooperación leal de los individuos y organizaciones, a través del poder de la práctica y la investigación en Alemania. CNSS se dedica a la exploración, el establecimiento y uso de software social. Los objetivos de esta red son: el tratamiento con la introducción del software social de los problemas técnicos, humanos, sociales y económicos. CNSS apoya a sus miembros en la colaboración interdisciplinaria y proporciona una plataforma para realizar actividades conjuntas (eventos, proyectos y servicios). El sitio

web ofrece una plataforma de trabajo virtual (www.cnss.de) para los miembros de la CNSS y proporciona información y servicios útiles para los investigadores y profesionales en este campo.

- SEBIS (<http://www.matthes.in.tum.de/wikis/sebis/home>): Esta es una red científica donde se comparte la vida científica del departamento 19 de la Facultad de Informática de la Universidad Tecnológica de Múnich. Permite conocer a través de sus perfiles a cada uno de los investigadores del departamento, los proyectos en que han trabajado y trabajan, cuáles son sus publicaciones de referencias, así como cuáles son sus perfiles en los distintos medios sociales (Web 2.0) de investigación. Sus tópicos de investigación: son las redes sociales y la gestión de las arquitecturas empresariales. Adicionalmente la intranet general de la Facultad de Informática de esta universidad ésta soportada en esta plataforma.
- EA-Network (<http://www.ea-network.org/wikis/ea-network/about-ea-network>): Red de expertos sobre Arquitecturas Empresariales (AE). Durante el 2do y 3er trimestre del 2009, se organiza una encuesta sobre la creación de una red de investigadores involucrados en el modelado empresarial, la gestión de arquitecturas empresariales y/o ingeniería empresarial. Los investigadores que conforman la red conocen que la investigación sobre los temas antes mencionados se extiende por muchas disciplinas de investigación existentes, pero tienen elementos débiles como disciplina propia. Los objetivos de esta red son: (1) Definir más claramente el campo de las AE. (2) Proporcionar una puerta de entrada a los grupos de trabajo en el campo. (3) Crear y establecer canales de publicación (de preferencia con revistas existentes y conferencias) (4) Establecer vínculos de colaboración con socios industriales, así como los organismos de normalización pertinentes. (5) Mejorar la relación entre los investigadores que conforman la red, sobre todo basados en el diseño de la ciencia y las comunidades pertinentes basadas en la teoría. (6) Organizar reuniones de los acontecimientos relevantes. (7) Creación de una Red de Excelencia Europea.

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

Conectores desde repositorios externos pueden ser adicionados como plug-ins en texto estructurado al sistema. Se busca integrar cada elemento en un solo sistema porque de esta forma es posible realizar una búsqueda global a texto completo, un vocabulario de etiquetas compartido, los roles comunes y los derechos de acceso (Infante Abreu, Matthes et al. 2011).

El procedimiento de vigilancia tecnológica soportado en la web 2.0 será implementado y evaluado para la facultad de Ingeniería Industrial del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae), en acuerdo con la máxima dirección de la Facultad. Posteriormente podrá ser tomado como referencia para su generalización a las demás facultades. Será un cambio que se deberá gestionar, pero que en su fase inicial podrá sustituir actuales flujos de información de investigación, mecanismo de control, que en estos momentos, no están soportados en ninguna herramienta automatizada, impidiendo el aprendizaje organizacional, la generalización de las mejores prácticas y la visibilidad de las investigaciones de la universidad.

La Facultad de Ingeniería Industrial está dividida en 3 áreas fundamentales: Departamento de Ingeniería Industrial, Departamento de Matemática General y el Centro de Estudio de Técnicas de Dirección. A su vez, en estos momentos, cuenta con 6 líneas estratégicas de investigación, las cuales son:

- Gestión Estratégica Integrada
- Calidad Total
- Gestión de Recursos Humanos
- Logística y desarrollo de cadenas de suministro
- Matemática Educativa
- Informática Empresarial
- Tecnologías de apoyo a las decisiones

Cada departamento es responsable de una o varias líneas de investigación, sin embargo un investigador puede pertenecer a un departamento y tributar a la línea de investigación de otro. Cada investigador individual tiene su propio sistema de referencia bibliográfica en su mayoría EndNote de escritorio, sin embargo éstos no son compartidas con la comunidad, lo que impide su aprovechamiento. Los informes de resultados normalmente son solicitados una vez al año y el formato en que se solicita es documento Word, lo que dificulta su procesamiento. Por todo ello se diseña e implementa un procedimiento para la vigilancia tecnológica con el empleo de la plataforma tecnológica de la web 2.0, creándose perfiles para cada investigador de la Facultad con la información de sus currículum vitae.

Vigilancia tecnológica de la ingeniería Industrial

En la actualidad se está llevando a cabo el análisis de las revistas de corriente principal de las que ponen a disposición resúmenes, autores, años de publicación, nombre de la revista; para la extracción de oportunidades de publicación, usando técnicas de minería tecnológica (Porter, 2009). Si un concepto ha disminuido en el tiempo, pudiera sugerir que ha llegado a su límite de desarrollo y viceversa, lo que generaría una oportunidad de publicación. A su vez, se puede obtener del concepto en el que se están trabajando los autores que más publican, establecer contactos con ellos, conocer el impacto de las citaciones en las investigaciones (Ajiferuke and Wolfram, 2009) o incluso definir las líneas de I+D para las que se tienen buenos recursos propios (Muñoz et al, 2006).

La difusión y citación de los resultados de un autor pueden monitorearse mediante la citación, donde puede dársele seguimiento a las referencias y lo referenciado. Diferentes recursos existen para ello, el Web of Science (WoS) con bases de datos como el Science Citation Index y el Social Science Citation Index desarrollado por el ISI (Institute for Scientific Information, de Filadelfia, Estados Unidos), Scopus, etc.

Las fuentes de información externa con que cuenta el observatorio actualmente son las bases de datos de publicaciones y de patentes fundamentalmente. Muchas de estas bases de datos proveen canales de sindicación de contenidos RSS ("Rich Site Summary" o "Really Simple Syndication") mediante los cuales se puede obtener la información contenida en ellas. Son

archivos en formato XML que contienen los últimos elementos publicados por un sitio Web en una determinada temática. Las publicaciones se obtienen mediante los canales RSS de ScienceDirect que da acceso libre al título, al resumen, a los autores, al año de publicación, a la revista, al volumen y al número de los artículos que contiene. Los canales de patentes proveen metadatos como el título de la patente, el inventor, el año de publicada, un resumen o descripción de la invención y la entidad donde se aplica la invención; y los canales de noticias científicas permiten obtener el título de la noticia, el autor, la fecha y un resumen. La información que proveen estos canales RSS son recuperados en un repositorio en MySQL en tablas para almacenar los diferentes tipos de fuentes de información (Delgado et al, 2011).

Una primera aproximación experimental se obtuvo con todos los artículos de la revista Information Systems desde el 2005 hasta la fecha, recuperando un total de 220 registros. Así, se obtuvieron las palabras clave a partir del resumen del artículo, a las que se le aplicaron técnicas de minería tecnológica. A través de esta información, se pudo obtener con técnicas de visualización: ¿cuáles son los tópicos más abordados?, ¿cuáles son los investigadores líderes en un área de investigación?, ¿cuáles son las tendencias en la investigación?. De esta manera se obtienen oportunidades de investigación para el ámbito universitario. La implementación de esta guía para la identificación de oportunidades tecnológicas se generalizará para otras revistas de impacto y otras fuentes de información.

En estas aplicaciones también se ha usado el gestor bibliográfico EndNote, compilándose las bases de datos personalizadas de profesores de la Facultad de Ingeniería industrial. El gestor bibliográfico EndNote es una base de datos para referencias e imágenes cuya función principal es almacenar, gestionar y buscar referencias bibliográficas en una librería personal de referencias. Permite además organizar imágenes, incluyendo gráficos, tablas, figuras y ecuaciones asignando a cada imagen su propia leyenda y palabras clave.

La tabla 2 muestra un resumen de las revistas objetos de estudio, volúmenes, años y la cantidad de publicaciones de las que se dispuso. Las revistas fueron divididas por diferentes temáticas: Información, Matemática aplicada a la toma de decisiones y Gestión de la innovación tecnológica, de forma tal que permitiera realizar un análisis diferenciado de cada una de ellas para posteriormente integrarlas en una única base de datos y analizarla también.

Para el análisis y procesamiento de la información se hizo uso de un software especializado que permite realizar agrupaciones de palabras claves y generar grupos. Se pudo analizar quiénes son los autores más referenciados sobre una temática en particular y conocer a través de los resúmenes lo que ellos han publicado.

Para el caso que se analiza por ejemplo se obtuvo un grupo que tuvo asociadas las temáticas de investigación, ciencias y análisis con un total de 75 referencias. Uno de los autores más referenciados fue Leydesdorff con publicaciones en la Journal and Informetrics correspondientes a los años 2009 y 2010. También permite realizar análisis entre grupos que por su concentración abordan temáticas similares posibilitando analizar quiénes son los autores que coinciden en los diferentes grupos analizados, cuáles son las principales temáticas que abordan y su actualidad.

Caso	Temática	Revista	Volúmenes	Años	Total artículos
1	Información	Journal of Informetrics	1, 2, 3,4	2006-2010	298
		Information&Organization	Desde el 11 hasta el 19	2001-2009	
		Journal of Strategic Information Systems	Desde el 13 hasta el 17	2004-2008	
2	Matemática aplicada a decisiones	European Journal of Operation Research		2009	245
		Computer and Operation Research	14, 16, 18 , 21,23, 25,28, 29, 32, 33, 34, 36	1987, 1989,1991, 1994,1996, 1998,2001, 2002, 2005, 2006, 2007, 2009	
		Computer&Industrial Engineering		2008-2009	
3	Gestión de la innovación tecnológica	Journal of Engineering and Technology Management	Desde el 23 hasta el 26	2006-2009	117
		High Technology Management Research	Desde el 14 hasta el 20	2003-2009	
		Scientometrics	77-78	2008-2009	
4	Integradas	Todas las revistas			
	Total				660

Tabla 2. Revistas de la WoS de Ingeniería Industrial objetos de la vigilancia tecnológica

Conclusiones

En las universidades se requiere implementar una metodología de vigilancia tecnológica, soportada en Portales de Observatorio Tecnológico, que involucre la mayor cantidad de actores posibles mediante el empleo de la web 2.0 y el uso de herramientas de captura, análisis, procesamiento y difusión de la información, así como de indicadores de control de este proceso y de los propios programas estratégicos de investigación.

La vigilancia tecnológica en la Cujae ha propiciado el desarrollo de programas y líneas estratégicas de investigación y la identificación de tendencias y contenidos en los planes de estudios de las ingenierías y la arquitectura.

Un procedimiento para la VT soportado en el uso de las tecnologías de la Web 2.0 para el ámbito universitario, permite el acceso e intercambio de información interna y externa relevante y pertinente para las investigaciones y un mayor aprovechamiento del potencial innovador de los investigadores en este ámbito con un incremento en la productividad de la actividad científica.

La implantación del procedimiento de vigilancia tecnológica requiere capacitación y entrenamiento a la comunidad universitaria en las tecnologías de la web 2.0 que debe ser complementado con el uso de las herramientas tradicionales de VT debiendo propiciar un cambio cultural que se debe gestionar.

El cambio propuesto a los roles involucrados en el proceso de VT transforman el proceso de VT en sí mismo, pues los roles de las personas participantes en el proceso cambian y las actividades separadas en los modelos tradicionales son parcialmente integradas.

Una adecuada formalización de las bases de datos con las publicaciones de bases de datos de prestigio internacional es fundamental para la ejecución de softwares de análisis, procesamiento de la información y extracción de conocimiento más eficaz.

Recomendaciones

Generalizar los procedimientos, herramientas y aplicaciones realizadas en el proyecto de Inteligencia en otras facultades de la CUJAE y en otras universidades y entidades en las que se cumplan las buenas prácticas de la vigilancia.

Mejorar el procedimiento de la web 2.0 usando los mecanismos de plug-in que posee la plataforma para adicionar más conexiones a otros recursos de datos y proveer más formas de analizar el contenido, y con ello incrementar en cantidad y calidad los servicios de VT en la universidad.

Referencias bibliográficas

AENOR. Gestión de la I+D+I: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+I. **UNE 166000 EX**. Norma española experimental. Madrid: 2002.

Ajiferuke, I.; Wolfram, D. Citer analysis as a measure of research impact: library and information science as a case study. **Scientometrics**. [s.l.]: Springer, 2009.

Anderson, T. R. et al. Technology forecasting for wireless communication. **Technovation**. Vol. 28(No. 9): 602-614, 2008.

COTEC. **Papel de las administraciones en la gestión empresarial de la innovación. Colección de innovación práctica. Perspectivas de futuro**. Fundación COTEC para la Innovación tecnológica, Madrid. julio. 2004.

Colomo-Palacios, R. et al. A case analysis of semantic technologies for R&D intermediation information management. **International Journal of Information Management**. Vol. 30: 465-469, 2010.

Cruz, E.; Escorsa E.; Oritiz I. Herramientas y métodos para los ejercicios de Inteligencia Competitiva, Inteligencia tecnológica y Vigilancia tecnológica. Capítulo III. En Libro: **INTEC. Factor clave para la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones. Colección madri+d No. 35**. Edita Comunidad de Madrid, Consejería de Educación, Dirección General de Universidades e Investigación, Fundación madri+d para el Conocimiento. Depósito legal M-56.490-2007, pp 158-194. 2007.

Delgado, M, Pino, JL, Solís, F, Barea, R. Evaluación integrada de la innovación, la tecnología y las competencias en la empresa. **Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología**. Madri+d. mi+d, España. ISSN: 1579-9506, Número 47, junio. 2008.

Delgado M.; Abreu Y.; Infante M.; Díaz A.; García, B.; Infante O. Observatorio tecnológico en el entorno universitario e investigativo. **XIII Seminario de Gestión tecnológica de la**

Asociación Latino Iberoamericano de gestión tecnológica. Innovación y creatividad para el desarrollo sostenible. ALTEC 2009. 25-27 Noviembre, Cartagena de Indias, Colombia. 2009.

Delgado M.; Infante M.; Abreu Y.; García, B.; Infante O.; Díaz A. Metodología de vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación, **Revista CENIC**. 978-959-16-1246-5. Junio 2010. Volumen 41, Número Especial. 2010.

Delgado M.; Infante M.; Abreu Y.; Infante O.; Díaz A.; Martínez J. Vigilancia tecnológica en una Universidad de Ciencias Técnicas. **Ingeniería Industrial**, ISSN 1815-5936, Vol. XXXII. No. 1. 2011.

Escorsa, P.; Maspons, R. **De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva**. Madrid: Prentice Hall, 2001.

Garud, R. and Ahlstrom, D. Technology assessment: a socio-cognitive perspective. **Journal of Engineering and Technology Management**. Vol. 14: 23, 1997.

Giménez T, E., A Román Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: conceptos, profesionales, servicios y fuentes de información. **El profesional de la información**. 10 (5): 10. 2001.

Hertzum M. The importance of trust in software engineers' assessment and choice of information sources. **Information and Organization**. 12, 1–18. 2002.

Infante Abreu, M. B., F. Matthes, et al. Using Web 2.0 Technologies to Support Technology Surveillance in a University Context. **ECKM 2011: The 12th European Conference on Knowledge Management Passau**, Germany, Web of Science Proceedings. 2011.

Jakobiak, F. **Exemples commentes de veille**. Paris: Technologique, Les éditions d'organisation, Paris, 1992.

Jolly, D. R. Chinese vs. European views regarding technology assessment: Convergent or divergent?. **Technovation**. Vol. 28(No. 12): 818-830, 2008.

León, A.; Castellanos, O. y Vargas, F. Valoración, selección y pertinencia de herramientas de software utilizadas en vigilancia tecnológica. **Revista de Ingeniería e investigación**. DYNA. Vol. 26(No. 1): 92-102, 2006.

Leydesdorff, L.; Meyer, M. The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. **Scientometrics**, 58(2), 191-203. 2003.

Lichtenthaler, E. Third generation management of technology intelligence processes. **R and D Management**. Vol. 33(No. 4): 361-375, 2003.

Meyer M.; Plessis D.; M., Tukeva T.; Utecht J. Inventive output of academic research: A comparison of two science systems. **Scientometrics**. 63(1): 145-161. 2005.

Mignogna, R. P. Competitive Intelligence. [en línea]. [fecha de consulta: mayo, 2008]. Disponible en: <http://www.chewy.gatech.edu/t2s/index/html>. 1997

Mir, M. y Casadesús, M. UNE 166002:2006: Estandarizar y sistematizar la I+D+i. La norma y la importancia de las TIC en su implementación. **Revista Investigación y Desarrollo**. DYNA. Vol. 83(No. 6): 325-331, 2008.

- Moed, H; Glänzel, W.; Schmoch, U. The use of publication and patent statistics studies on S&T Systems. **Handbook of Quantitative Science and Technology Research**. [s.l.]: 2005.
- Morcillo, P. Vigilancia e inteligencia competitiva: fundamentos e implicaciones. **VIGILANCIA TECNOLÓGICA. Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología**. No. 17(junio - julio): 2003.
- Muñoz, J.; Martínez, M. y Vallejo, J. La vigilancia tecnológica en la gestión de proyectos de I+D+i: recursos y herramientas. **El profesional de la información**. Vol. 15(No. 6, noviembre-diciembre): 2006.
- Nelson A. J. Measuring knowledge spillovers: What patents, licenses and publications reveal about innovation diffusion. **Research Policy**. 38, 994-1005. 2009.
- Nosella, A; Petroni, G.; Salandra R. Technological change and technology monitoring process: Evidence from four Italian case studies. **Journal Engineering. Technology Management**. Vol. 25(No. 4): 321-337, 2008.
- Porter, A. L. and Cunningham, S. W. **Tech mining. Exploiting New Technologies for Competitive Advantage**. New Jersey: Wiley-Interscience, 2005.
- Pino, J. L., Solís, F., Delgado, M.; Barea, R. Evaluación de la eficiencia de grupos de investigación mediante análisis envolvente de datos (DEA). **El profesional de la información**. Vol. 19(No. 2, marzo-abril): 2010.
- Porter, A L. **Tech mining for future oriented technology analysis**. [s.l.]: Text Mining. A. U. M. Project, 2009.
- Procter, R., R. Williams, et al. Adoption and use of Web 2.0 in scholarly communications. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**. 368(1926): 4039. 2010.
- Ranking de universidades del mundo. [fecha de consulta: 18/04/06]. Disponible en: <http://universidades.universia.es>. 2006
- Sánchez, J. M. y Palop, F. **Herramientas de Software para la práctica de la Inteligencia Competitiva en la empresa**. Madrid: Ed. Triz XXI, 2002.
- Savioz, P. **Technology Intelligence. Concept Design and Implementation in Technology-based SMEs**. Zurich: [s.n.], 2004.
- Towns-Andrews, L. **Using Business Process Management Tools and Methods for Building Research Information Systems**. J. R. I. M. G. F. O. 11/09. Huddersfield, West Yorkshire, England. , University of Huddersfield: 7. 2010.
- Van Deursen, A. J. A. M. and Van Dijk, J. A. G. M. Using the Internet: Skill related problems in users' online behaviour. **Interacting with Computers**. Vol. 21(No. 5-6): 393-402, 2009.
- Vasileiadou, E. and Vliegthart, R. Research productivity in the era of the internet revisited. **Research Policy**. Vol. 38(No. 8): 1260-1268, 2009.
- Vázquez R., L. **Informe APEI sobre vigilancia tecnológica**. Gijón, España: APEI, 64. Informe APEI 4. 2009.

Watts, R. J. and Porter, A. L. Mining Conference Proceedings for Corporate Technology Knowledge Management. **International Journal of Innovation and Technology Management**. Vol. 4(No. 2): 103-119, 2007.

Yao, J. T. and Yao, Y. Y. Web-based Information Retrieval Support System: building research tools for scientists in the new information age. **Proceedings of the IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence**. 2003.

Yoon, B.; Park, Y. A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend. **Journal of High Technology Management Research**. 15 37–50. 2004.

Yoon, B. On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity. **Expert Systems with Applications**. Vol. 35: 2008.

Zenobia, B., C. Weber, et al. Artificial markets: A review and assessment of a new venue for innovation research. **Technovation**. Vol. 29(No. 5): 338-350, 2009.