

VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN UNA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS TÉCNICAS/ *TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE IN A TECHNICAL SCIENCES UNIVERSITY*

Mercedes Delgado Fernández, Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular*.
e-mail: mdelgado@ind.cujae.edu.cu

Marta Infante Abreu, Ingeniera Industrial, Profesora Instructora*.
e-mail: miabreu@ind.cujae.edu.cu

Yoel Abreu Lee, Ingeniero Industrial, Profesor Instructor*.
e-mail: lee@ind.cujae.edu.cu

Olga Infante Pérez, Ingeniera Industrial, Profesora Instructora*.
e-mail: oinfantep@ind.cujae.edu.cu

Antonio Díaz Batista, Ingeniero Industrial, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular*.
e-mail: diaztony@tesla.cujae.edu.cu

Jeidys Martínez Moreno, Técnico Medio en Ciencias Informáticas*.
e-mail: jeidysmart@ind.cujae.edu.cu

* Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (Cujae), Ave. 114 No. 11901. e/ 119 y 127, Marianao, La Habana, Cuba.

Recibido: 26/01/2011
Aprobado: 02/03/2011

Resumen / Abstract

En este artículo se caracterizan los procesos de la vigilancia tecnológica y la tendencia de ésta a la inteligencia tecnológica. La utilidad de los observatorios tecnológicos en una universidad de ciencias técnicas cubana es mostrada. Éstos permiten identificar programas estratégicos de investigación, tendencias en la enseñanza de ingeniería y arquitectura, así como líderes en ciencias técnicas y temáticas publicadas en revistas de la *Web of Science*. La implementación sistemática de la vigilancia tecnológica y el diseño de nuevos servicios con minería y descubrimiento de conocimiento, permite orientar las líneas estratégicas de investigación hacia una innovación pertinente.

This article characterizes the processes of the technological surveillance and its tendency towards technological intelligence. The usefulness of technological observatories in a Cuban university of technical sciences is demonstrated. Such observatories allow the identification of strategic programs of investigation, tendencies in the engineering and architecture teaching, as well as leaders in technical sciences and themes published in journals of the Web of Science. The systematic implementation of the technological surveillance and the design of new services with mining and discovery of knowledge allow guiding the strategic lines of investigation toward a pertinent innovation.

Palabras clave / Key words

Vigilancia tecnológica, inteligencia tecnológica, observatorio tecnológico, líneas estratégicas de I+D.

Technological surveillance, technological intelligence, technological observatory, strategic lines of R & D.

I. INTRODUCCIÓN

En la gestión de la innovación tecnológica [1], la vigilancia forma parte de sus procesos, conjuntamente con los recursos humanos, la colaboración, gestión de proyectos, calidad y sus indicadores. 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” [2]. 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 [3].

Diferentes términos han sido adoptados, como el de vigilancia tecnológica [4; 5], el de inteligencia tecnológica [6; 7; 8; 9; 10], la previsión tecnológica [11; 12; 13] y la evaluación tecnológica [12; 14].

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 [15].

Este artículo 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.

II. 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, donde FCV significa Factores Críticos de Vigilancia.

Morcillo (2003) [16]	Mignogna (1997) [17]	Sánchez y Palop (2002) [18]	Porter et al. (2005, 2009) [4; 5]	Nossella et al. (2008) [19]	Vázquez (2009) [20]
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 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				

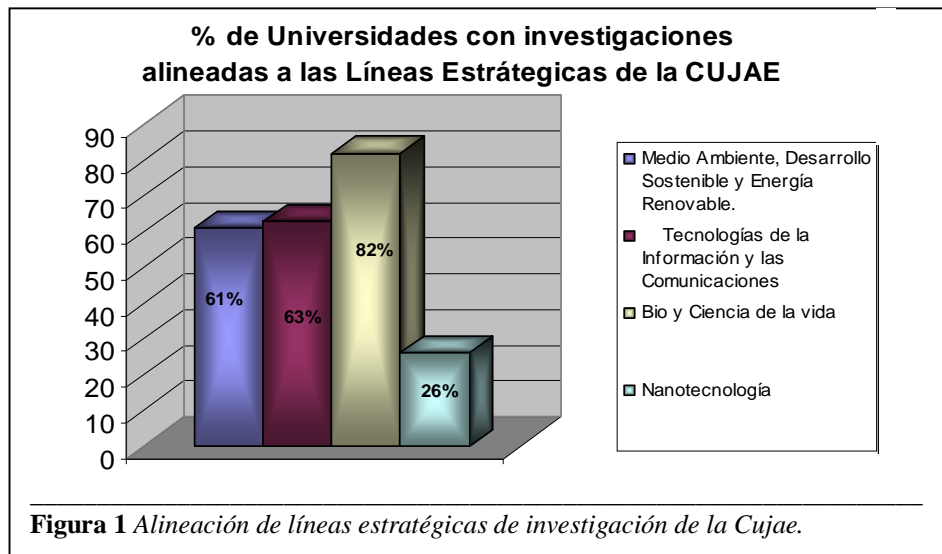
Las metodologías presentan como procesos comunes los de la búsqueda y análisis de la información. Los otros procesos varían en función del alcance y objetivo de la vigilancia y la difusión que se realiza sobre los resultados de la misma, incluyendo a los usuarios, así como el proceso de toma de decisiones. 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 [21].

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

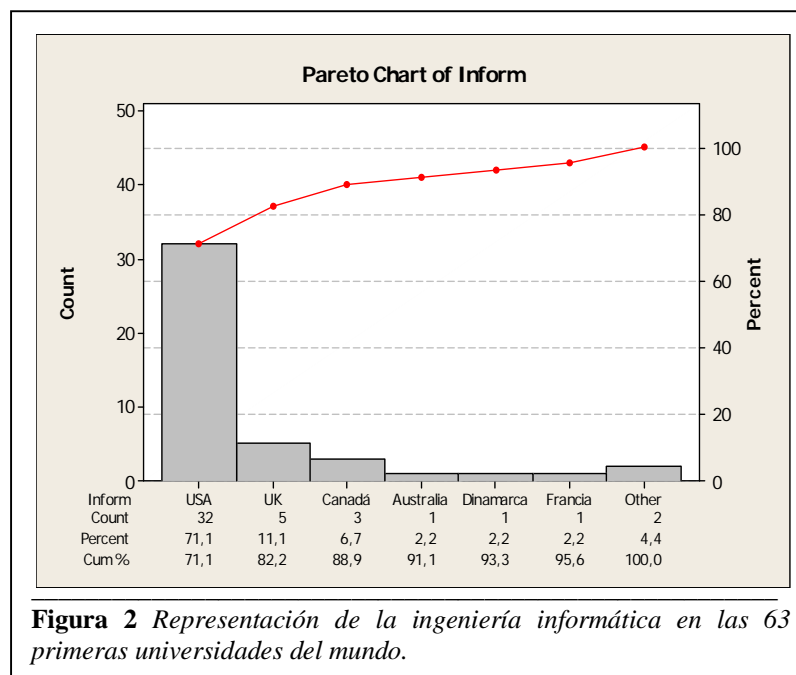
La experimentación en vigilancia tecnológica en la Cujae se ha estado llevando a cabo desde el año 2007 hasta la actualidad. Algunas de los estudios de vigilancia realizados son:

- El análisis de tendencias en ingeniería y arquitectura a nivel internacional en las primeras 200 universidades del *ranking* [22].
- 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 [23].

El análisis de la vigilancia tecnológica realizada en el 2008 con 117 universidades de las 500 primeras del mundo [24] respecto a la alineación a los programas estratégicos de investigación se muestra en la Figura 1.



La Figura 2 muestra otro análisis realizado sobre la presencia de investigaciones en Ingeniería Informática con un 71,4% en las primeras 63 universidades del *ranking* del mundo, según el país de la universidad de procedencia. Este análisis se hizo para todas las carreras universitarias de la Cujae.



A modo de ejemplo la Tabla 2 muestra algunas de las temáticas de investigación relacionadas con la Ingeniería Informática encontradas en las primeras 63 universidades.

TABLA 2
Temáticas de Informática detectadas
Temática pura
Ciencia, ingeniería, diseño y estrategia computacional, ingeniería de software, algoritmos, lenguajes de programación, gestión de base de datos, minería de datos, <i>machine learning</i> , sistemas y arquitectura computacional, sistemas web de información, seguridad computacional, criptografía, procesamiento en paralelo, laboratorio distribuido para bibliotecas digitales, análisis de interfaz, sistemas integrados y operativos, sistemas de optimización, multimedia, computación de máximo rendimiento.
Temática integrada
Biología computacional, biocibernética, bioinformática, genoma y neurociencia computacional, sistemas de aprendizaje, matemática computacional, robótica, sistemas de control, compiladores, aplicaciones digitales avanzadas, circuitos integrados analógico-digital, dinámica computacional de fluidos, sistemas inalámbricos, comunicaciones y redes inalámbricas, redes de computadoras, informática móvil y sistemas distribuidos, geología computacional, dinámica computacional, control de redes, procesamiento y conducción de señales digitales, arte digital, Interacción hombre computadora.

Otra búsqueda y 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.

La Web puede ser vista como una amplia e investigable biblioteca virtual [25; 26], dejando de ser objeto de estudio solo de profesionales de la bibliotecología o la documentación, para convertirse en un componente esencial para las investigaciones [27; 28; 29; 30], incluso con la aplicación de métodos como el *Data Envelopment Analysis* (DEA) para la evaluación de la eficiencia de grupos de investigación [31] o en apoyo a los Sistemas de Ciencia y Tecnología, a partir del uso de estudios sobre la información de publicaciones y patentes [32; 33]. Toda esa información de la web ha propiciado el tránsito de la vigilancia a la inteligencia tecnológica y con ello, la creación de los observatorios tecnológicos.

Un Observatorio Tecnológico (OT) permite gestionar el conocimiento de organizaciones a través de la vigilancia [34] del entorno científico y tecnológico, para generar nuevos conocimientos. Permite establecer vínculos con otras organizaciones para compartir y recibir información. Debe estar soportado en una plataforma virtual que permita tener un rápido acceso al mismo y que esté dirigido a la entrega de productos o servicios resultantes del proceso de Vigilancia Tecnológica.

El portal del OT de la Cujae [35] 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 la Figura 3 se muestra la pantalla principal de este portal.

Entre los objetivos más importantes del OT se encuentran: la búsqueda, difusión sobre la enseñanza, publicaciones e investigaciones en universidades técnicas, el monitoreo y la publicación de boletines afines a las líneas estratégicas de investigación, la difusión de bases de datos personalizadas y el apoyo a la toma de decisiones estratégicas en estos ámbitos.

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 [4]. 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 citas en las investigaciones [36] o incluso definir las líneas de I+D para las que se tienen buenos recursos propios [37].

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*



Figura 3 Pantalla principal del OT de la Cujae.

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.


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 obtienen las palabras clave a partir del resumen del artículo, a las que se le aplicarán técnicas de minería tecnológica. A través de esta información, se puede obtener en un análisis inicial 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. También se prevé establecer una base de datos con la información interna de las investigaciones realizadas, que permita caracterizar las fortalezas internas en cuanto a la investigación científica y poder focalizarse a las revistas donde las fortalezas tributen directamente. Se utiliza el software YALE RapidMiner, siendo uno de los más utilizados usados a nivel mundial en "techmining", con interfaz gráfica muy amigable.

IV. 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 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.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda sistematizar el uso de la vigilancia tecnológica con el empleo intensivo de las TICs y herramientas de descubrimiento de conocimiento, lo cual propiciará el tránsito hacia la inteligencia tecnológica, que favorezca un enfoque estratégico pertinente en la universidad. 

VI. REFERENCIAS

1. COTEC. *Papel de las administraciones en la gestión empresarial de la innovación*. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación tecnológica, 2004. Colección de innovación práctica. Perspectivas de futuro.
2. AENOR (Madrid). *Gestión de la I+D+I: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+I. Norma española experimental*. UNE 166000 EX. Madrid: 2002.
3. JAKOBIAK, F. *Exemples commentes de veille*. Paris: Technologique, Les éditions d'organisation, 1992.
4. PORTER, A. L. *Tech mining for future oriented technology analysis*. [s.l.]: Text Mining. A. U. M. Project, 2009.
5. PORTER, A. L. and CUNNINGHAM, S. W. *Tech mining. Exploiting New Technologies for Competitive Advantage*. New Jersey: Wiley-Interscience, 2005.
6. ESCORSA, P. and MASPONS, R. *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. Madrid: Prentice Hall, 2001.
7. LICHTENTHALER, E. "Third generation management of technology intelligence processes". *R and D Management*. Vol. 33(No. 4): 361-375, 2003
8. SAVIOZ, P. *Technology Intelligence. Concept Design and Implementation in Technology-based SMEs*. Zurich: [s.n.], 2004.
9. 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
10. YOON, B. "On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity". *Expert Systems with Applications*. Vol. 35: 2008.
11. ANDERSON, T. R. et al. "Technology forecasting for wireless communication". *Technovation*. Vol. 28(No. 9): 602-614, 2008.
12. GARUD, R. and AHLSTROM, D. "Technology assessment: a socio-cognitive perspective". *Journal of Engineering and Technology Management*. Vol. 14: 23, 1997.
13. 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.
14. JOLLY, D. R. "Chinese vs. European views regarding technology assessment: Convergent or divergent?". *Technovation*. Vol. 28(No. 12): 818-830, 2008.
15. 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.
16. 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
17. MIGNOGNA, R. P. "Competitive Intelligence". [en línea]. 1997 [fecha de consulta: mayo, 2008]. Disponible en: <http://www.chewy.gatech.edu/t2s/index/html>
18. SÁNCHEZ, J. Marcela y PALOP, F. *Herramientas de Software para la práctica de la Inteligencia Competitiva en la empresa*. Madrid: Ed. Triz XXI, 2002.
19. NOSELLA, Anna; PETRONI, Giorgio and SALANDRA Rossella. "Technological change and technology monitoring process: Evidence from four Italian case studies". *Journal Engineering. Technology Management*. Vol. 25(No. 4): 321–337, 2008.
20. VÁZQUEZ REY, L. *Informe APEI sobre vigilancia tecnológica*. Gijón, España: APEI, 2009. 64. Informe APEI 4.
21. 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.
22. Ranking de universidades del mundo. 2006, [fecha de consulta: 18/04/06]. Disponible en: <http://universidades.universia.es>
23. DELGADO, Mercedes, et al. "Evaluación integrada de la innovación, la tecnología y las competencias en la empresa". *Revista de I+D+i, mi+d*. No. 47(junio): 2008.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN UNA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS TÉCNICAS

24. DELGADO, M. et al. "Metodología de vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación". En: *15 Congreso Científico Internacional. II Simposio Internacional de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica* (Palacio de las Convenciones: Centro Nacional de Investigaciones Científicas, 2010).
25. 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.
26. YAO, J. T. and YAO, Y. Y. "Web-based Information Retrieval Support System: building research tools for scientists in the new information age". En: *Proceedings of the IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence 2003*.
27. COOK, D. "Collaboration to teach the critical thinking skills needed to become a successful Internet searcher: The planning of a WWW search engine workshop". *Research Strategies*. Vol. 17(No. 2-3): 195-199, 2000.
28. O'HANLON, N. "Net knowledge: Performance of new college students on an Internet skills proficiency test". *The Internet and Higher Education*. Vol. 5(No. 1): 55-66, 2002.
29. 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.
30. VASILEIADOU, E. and VLIEGENTHART, R. "Research productivity in the era of the internet revisited". *Research Policy*. Vol. 38(No. 8): 1260-1268, 2009.
31. PINO, J. L. et al. "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.
32. GARCÍA, B. and CORVO, F. "Patent information in concrete corrosion research". *Revista CENIC Ciencias Químicas*. Vol. 38(No. 3): 410-414, 2007.
33. MOED, H; GLÄNZELG, W. and SCHMOCH, U. "The use of publication and patent statistics studies on S&T Systems". En: *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. [s.l.]: 2005.
34. LEGITE. "El Observatorio Tecnológico del sector Textil". En: *Seminario Dinamización 2003*) [fecha de consulta: 8 de enero de 2008]. Disponible en: <http://www.itcl.es/ificheros>
35. DELGADO, M. et al. "Observatorio tecnológico en el entorno universitario e investigativo". En: *XIII Seminario de Gestión tecnológica de la Asociación Latino Iberoamericano de gestión tecnológica. Innovación y creatividad para el desarrollo sostenible* (Cartagena de Indias, Colombia: ALTEC, 2009).
36. AJIFERUKE, Isola and WOLFRAM, Dietmar. "Citer analysis as a measure of research impact: library and information science as a case study". En: *Scientometrics*. [s.l.]: Springer, 2009.
37. 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.

