



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



La vigilancia tecnológica como elemento clave para la excelencia en la investigación universitaria

José María Riola Rodríguez, Diego Cabuya Padilla

Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla
Cartagena de Indias, Colombia

Resumen

A finales del siglo XX nos pudimos percatar del hecho que al referirnos a la efectividad del aprendizaje o al uso de las TIC, se avecinaba una sobrecarga de información, hecho que afecta a cualquier profesor o investigador que pretende estar al día en el estado del arte de cualquier tecnología o área de conocimiento. Este hecho es debido a la expansión exponencial de producción de información y su fácil acceso, lo que propicia un desbordamiento de nuestra capacidad de asimilación y recogida de información. La mejor solución que tienen los grupos de investigación para enfrentarnos a esto, son los modelos educativos que incluyen sistemas de Vigilancia Tecnológica que proporcionan un proceso sistemático y permanente de captar la información, y ofrecen la capacidad de analizarla con objeto de convertirla en conocimiento para tomar decisiones de qué, cómo y por qué innovar. La gestión de la investigación e innovación constituye uno de los retos más críticos en la actualidad del mundo universitario.

Palabras clave: vigilancia tecnológica; gestión del conocimiento; I+D

Abstract

At the end of the 20th century, we became aware of the fact that when referring to the learning effectiveness or the use of ICT, an information overload was approaching, that affects any teacher or researcher who wants to be up to date with the state of the art of any technology or area of knowledge. This fact is due to the exponential information production and its easy access, which leads to an overflow of our capacity to assimilate and collect it. The best solution that research

groups have to deal with this, are the educational models that include Technological Watch systems that provide a systematic and permanent process of capturing information, and offer the ability to analyze it in order to convert it into knowledge to take decisions of what, how and why to innovate. The knowledge management is one of the most critical challenges in the university world today.

Keywords: technology watch; knowledge management; R+D

1. Introducción

Parafraseando a Sun Tzu, en su conocido libro del siglo V a.c. “El Arte de la Guerra”, “Si conoces a los demás y te conoces a ti mismo, ni en cien batallas correrás peligro; si no conoces a los demás, pero te conoces a ti mismo, perderás una batalla y ganarás otra; si no conoces a los demás ni te conoces a ti mismo, correrás peligro en cada batalla”, entenderemos su inmediata aplicación a la necesidad de búsqueda de información por cualquier investigador. Debido a la globalización de la información, ésta presenta un crecimiento exponencial tanto en volumen como en velocidad de generación y una enorme heterogeneidad de fuentes.

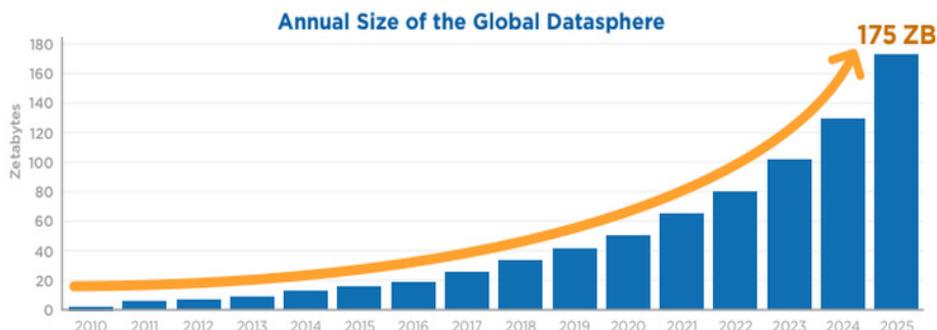


Fig. 1: Generación anual de la información. Fuente: ZDnet

En contrapartida, la sociedad le exige al investigador unos periodos de respuesta cada vez más breves, siendo necesario un posicionamiento más rápido y con más calidad de los productos desarrollados durante las investigaciones. De hecho, la falta del control preciso de la información produce cosas tan absurdas como que las empresas europeas pierden cerca de 25.000 millones de euros al año en investigar innovaciones ya patentadas, o, dicho de otro modo, “el coste de la ignorancia es muy elevado” (Riola & Díaz, 2012).

Los grupos de investigación universitarios están buscando permanentemente nuevas técnicas, herramientas y metodologías que permitan mejorar su nivel de conocimiento y producción científica (Alonso, 2006). En este marco, hay acuerdo sobre la importancia de la información en la gestión de la institución y de la tecnología en sistemas que permitan dirigir las investigaciones con más conocimiento, y establecer una alta eficiencia en un mundo muy competitivo, donde la calidad y oportunidad de la vigilancia tecnológica de la institución puede significar su supervivencia o su excelencia (Bahrami, et al., 2012).



Todos estos conceptos son aplicables a la educación universitaria, pública o no, como puede ser una Universidad con sede en Manizales que no cuenta con un sistema de vigilancia (Marulanda et al, 2106) y que como expone el autor "se debería esperar que a los diferentes grupos de interés se les esté informando de todo lo relacionado con su área de conocimiento, en concordancia con los diversos desarrollos investigativos y académicos en sus diversos campos de la Universidad". La vigilancia tecnológica constituye un elemento de importante valor porque la observación y el análisis del entorno científico son herramientas de vital importancia al ser un factor determinante para lograr innovaciones en las universidades, puesto que se explica como el esfuerzo sistemático realizado para la búsqueda, análisis y difusión de información científica y tecnológica (Delgado, 2014).

Las universidades suelen seguir la evolución de su entorno académico de un modo poco formal y organizado, basado en el esfuerzo personal de cada profesional o de cada grupo de investigación y muy poco más. Ciertamente es que todos practican con mayor o menor rigor alguna forma no consciente de vigilancia tecnológica porque leen artículos técnicos, participan en congresos, etc., y siguen los cambios que se producen en su área de conocimiento. Pero la vigilancia debe estar bien focalizada, sistematizada, centrada sobre aspectos de interés del profesor, por lo que es fundamental que se le dé al investigador un valor añadido a dicha información que le garantice la calidad, regularidad y homogeneidad de la misma.



Fig. 2: Generación de información global en cada minuto. Fuente: Wordpress

En la sociedad actual los cambios tecnológicos requieren recursos para el diseño, planificación e implementación de los procesos de innovación. Así, la innovación se concibe en términos de la generación, asimilación, transformación y difusión de conocimiento, por lo que se necesita que las universidades cuenten con sistemas de gestión de la información que les permitan transformarla en conocimiento para sus operaciones.

La vigilancia de tecnologías (Palop y Vicente, 1999) y (Rey, 2009) se estructura apoyándose en una organización interna basada en la explotación de redes físicas y virtuales que nos permitirán:

- Detección oportuna de tecnologías emergentes en un área de conocimiento
- Minimizar riesgos, a través de la detección de normativas, etc.



- Identificar ideas innovadoras en el mercado
- Las tendencias de investigación en una determinada área tecnológica
- Detectar oportunidades de cooperación y encontrar los socios más adecuados
- Conocer convocatorias de investigación de los organismos competentes
- Conocer la trayectoria tecnológica de centros de investigación, universidades y empresas
- Conocer los expertos en una determinada área tecnológica
- Etc.

2. Los sistemas de Vigilancia Tecnológica

Existe la norma UNE 166006 de marzo de 2011, muy aplicable al mundo educativo. elaborada por la agencia certificadora AENOR, que recoge adecuadamente la definición de vigilancia tecnológica. Pertenece a una familia de normas, la familia 166000, todas ellas claves para una excelencia en la gestión de la I+D+i (Muñoz et al, 2006):

- UNE 166000:2006: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i.
- UNE 166001:2006: Requisitos de un proyecto de I+D+i.
- UNE 166002:2006: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i.
- UNE 166005:2004 IN: Guía de aplicación de la Norma UNE 166002:2002 EX al sector de bienes de equipo.
- UNE 166006:2011: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.
- UNE 166007:2010 IN: Guía de aplicación de la Norma UNE 166002:2006.

La norma (Malvido, 2019) facilita la estructuración de la observación del entorno, y es muy válida para los grupos de investigación de la Universidad. El contenido de la misma concentra entre otros aspectos:

- Los requisitos generales y legales del sistema
- Las responsabilidades de la dirección, planificación y objetivos del sistema
- La base de la gestión de los recursos
- Los procesos de identificación de fuentes y medios de acceso a la información
- Explica el proceso de búsqueda, tratamiento y validación de la información
- Expone el proceso de puesta en valor de la información
- Presenta sus posibles productos y resultados

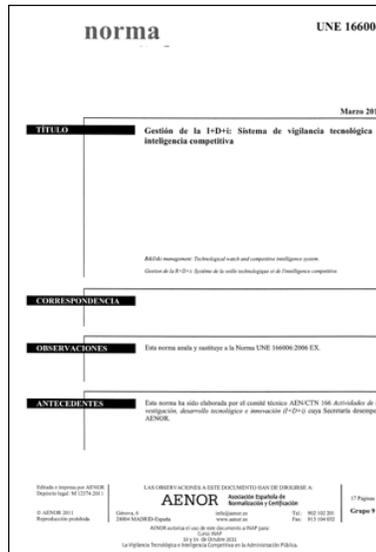


Fig. 3: Norma UNE. Fuente: AENOR España

En base a esta norma, la vigilancia tecnológica se realiza de manera sistemática, para que la captura, análisis, difusión y explotación de las informaciones útiles para el profesorado y la institución. Como no es posible abarcarlo todo, es necesario identificar lo que es realmente importante y prioritario, por lo que los temas de interés del grupo de investigación se conocen como “*factores críticos de vigilancia*”.

La norma UNE expone la necesidad de contar tanto con recursos materiales como humanos:

- Manejo y explotación de bases de datos
- Manejo de herramientas y recursos para la búsqueda de información en internet
- Técnicas y herramientas de recuperación, análisis y tratamiento de datos
- Minería de texto científico-técnicos, a través de indicadores bibliométricos, índices de impacto, métricas de citas, etc.
- Sistemas de clasificación de tecnologías y áreas tecnológicas

Para implementar un proceso de vigilancia tecnológica dentro de la organización universitaria debemos dotarnos de la estructura organizativa con el apoyo de los departamentos (CETISME, 2002). Los productos de vigilancia tecnológica son muy variados, ya que cada grupo de investigación posee unas particularidades y necesidades. La elección de productos de vigilancia (Madrid, 2001) debe ajustarse a las necesidades identificadas mediante los factores críticos de vigilancia, que podemos clasificarlos en base a tres ejes: continente, profundidad y contenido.





Fig. 4: Enfoque de los productos de VT. Fuente propia

La labor de búsqueda y recogida de la información es esencial en el proceso de vigilancia tecnológica, ya que permite adquirir la materia prima que da respuesta a las necesidades del grupo de investigación, que después de ser validada y enriquecida, permitirá aumentar el conocimiento del grupo (Castro, 2007). Existe en la actualidad una gran cantidad de información accesible, de poco coste y útil, como artículos o patentes, pero además también hay páginas web de pago que proporcionan estos servicios como ICONOCE, IMENTE o ACCESO. Tenemos múltiples fuentes de información como los congresos, jornadas, periódicos, patentes, libros, publicaciones de organismos oficiales, internet... que las dividimos en fuentes formales, en las que el conocimiento es explícito y con algún tipo de soporte físico que les dota de mayor credibilidad, e informales que proceden del intercambio directo y presentan un carácter subjetivo y personal.

Fuentes Formales		Fuentes Informales	
Patentes	Relatorios	Conocimiento propio de empresa	Congresos, Seminarios...
Libros	Catálogos	Proveedores	Estudiantes y becarios
Normas	Filmes	Exposiciones en ferias	Internet
Legislación	Periódicos	Misiones y viajes de estudio	Prestadores de servicios
Revistas	Bases de Datos	Comités, Asociaciones	Redes personales
Anales de Congresos	Internet	Clientes	Competidores
Directorios	Bibliotecas	Consultores	Distribuidores
Tesis	...	Gobierno	...

Fig. 5: Tipos de fuentes. Fuente propia

3. Principales medios de vigilancia tecnológica

Según la exposición de Riola y Díaz (2012) podemos destacar como principales medios para desarrollar nuestras fuentes de vigilancia tecnológica:

- Análisis de patentes: permite desarrollar pautas de evolución tecnológica que ayudan a la introducción de cambios innovadores en productos y procesos, y a analizar las tendencias de sistemas tecnológicos.



- Bases de datos de patentes: contienen información tecnológica relevante no disponible en otros medios. Están disponibles al público a través de las bases de datos. Como ejemplos de acceso libre:
 - o Espacenet (<http://ip.espacenet.com>) gestionada por la European Patent Office. Es la base de datos de acceso libre más completa.
 - o Patentscope (www.wipo.int) de las oficinas de propiedad industrial de cada país.
 - o Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) (www.oepm.es) con herramientas gratuitas para consultar patentes y diseños industriales, así como la situación jurídica de los expedientes.
 - o Google a través de su buscador (www.google.org/patents) permite el acceso a las patentes estadounidenses. Permite ordenar los resultados por fecha o relevancia y un sistema de búsqueda avanzada por número de patente, título, inventor, clasificación, estado del documento, tipo de patente, fecha concesión, fecha solicitud, etc.
- Tecnología inversa: es una técnica de análisis del producto, muy relacionado con el "benchmarking". El benchmarking consiste en la observación y análisis de procesos y productos de la competencia con el objetivo de compararlos con los propios e introducir así mejoras en los mismos.
- Bibliometría o cienciometría: explotación estadística de datos tecnológicos que permite estudiar la incidencia de una determinada disciplina tecnológica en los trabajos de la comunidad investigadora (Adbs, 2001).
- Mapas tecnológicos: representaciones gráficas del estado de la tecnología. Comparando mapas de diferentes períodos se obtiene la evolución en el tiempo de las líneas de investigación.

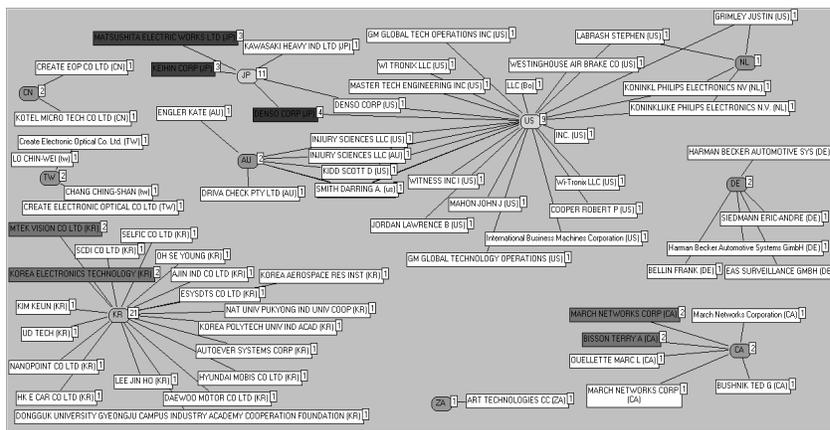


Fig. 6: Ejemplo de mapa tecnológico. Fuente propia

- Bases de datos de artículos científicos: contienen información científica y tecnológica de relevancia (Giménez, 2000), las más empleadas para la búsqueda de artículos científicos son Web of Science (WoK) y Science Direct.
- Software de minería de datos: cargan conjuntos de información de bases de datos (patentes, artículos científicos, etc.) para hacer análisis y tratamiento de información (Maspons, 1999) relevante como Matheo ANALYZER, Delphion PatentLabl...



- Metabuscadores: buscadores de buscadores, que envían la petición del usuario a todos los motores de búsqueda registrados y presentan los resultados:
 - o MetaCrawler (www.metacrawler.com) busca a la vez en Google, Yahoo, Bing, Ask y About
 - o Clusty (Yippy) (www.clusty.com) busca en Bing y Ask, agrupa los resultados por categorías
 - o SCIRUS (www.scirus.com) busca información científica y tecnológica en la web, indexando páginas relacionadas con temas científicos como NASA, American Physical Society, etc.
- Buscadores de interfaz gráfica: representan los resultados de búsqueda obtenidos en distintas configuraciones gráficas y permite una mejor comprensión de la información:
 - o KwMap (www.kwmap.com) buscador on-line gratuito de palabras clave que genera un listado de los términos más relacionados con el término de búsqueda.
 - o Quintura Search (www.quintura.com) ofrece mapas visuales de conceptos relacionados con el término de búsqueda.
 - o Touchgraph Google Browser (www.touchgraph.com) para analizar colaboraciones entre instituciones o citas entre documentos.
- Web invisible: constituida por documentos web mal indexados o no indexados por los motores de búsqueda convencionales.
- Lectores RSS: formato para la sindicación o compartición de contenidos de páginas web, útiles para realizar labores de vigilancia sistemática cuando los contenidos de las páginas cambian de forma regular.
- Servicios de alertas y rastreadores de nuevo contenido: informan si una determinada web cambia su contenido o si aparece una página nueva.
- Fuentes tradicionales de información: libros, revistas y otras publicaciones que se caracterizan por su fiabilidad y accesibilidad. Los congresos constituyen puntos de encuentro interesantes para recabar información acerca de nuevas tendencias tecnológicas y productos.
- Los procesos editoriales: dan respuesta a los servicios de vigilancia tecnológica editando boletines e informes.



Fig. 7: Congreso Colombiamar 2017. Fuente: Cotecmar



4. Conclusiones

- La gestión de la investigación e innovación constituye uno de los retos más críticos en la actualidad del mundo universitario.
- Dada la rapidez con que se desarrollan las tecnologías y considerando a la Universidad como un eje fundamental del desarrollo social, es necesario contar con las herramientas que permitan avanzar en los procesos de la gestión del conocimiento y la vigilancia tecnológica para la comunidad académica.
- Dado el exceso de información asequible o disponible, hay que evitar la acumulación de la misma y centrarse en obtener resultados de ella, siendo necesario contar con un procedimiento sistemático de acceso a la información por los grupos de investigación de las universidades.
- Un procedimiento adecuado de vigilancia tecnológica en la Universidad permite el intercambio interno y externo de información relevante para la investigación, permite la generación de conocimiento e inteligencia, la definición de estrategias y una mejor toma de decisiones.
- Los productos resultantes de la vigilancia tecnológica permiten conocer y anticipar las tendencias pedagógicas y tecnológicas del uso de la tecnología educativa.
- La vigilancia tecnológica es un instrumento para el mejor aprovechamiento de los recursos, públicos o privados, destinados a la investigación. Los hallazgos del estado ofrecen la oportunidad de realizar investigaciones que respondan a soluciones de problemas reales de la sociedad.

5. Referencias

- Adbs. (2001) *Métiers de l'information et documentation*. Commission Métiers et Qualifications. Consultado el 20 de abril de 2020 en <http://www.adbs.fr/adbs/viepro/profess/metier/html/1n3vpm22.htm>
- Alonso, L. F. (2006). El imaginario managerial. *Política y sociedad*, pp. 127-151.
- Bahrami, M., Arabzad, M., y Ghorbani, M. (2012). Innovation In market management by utilizing business intelligence: introducing proposed framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, pp. 160-167.
- Castro, S. (2007). *Guía práctica de vigilancia estratégica*. Agencia Navarra de Innovación ANAIN.
- CETISME. (2002). *Inteligencia Económica y Tecnológica. Guía para principiantes y profesionales*. Comunidades Europeas, Innovación, Desarrollo y Transferencia de Tecnología. Comunidad de Madrid.
- Delgado, M. (2014). *Vigilancia tecnológica como factor clave para el éxito en la I+D+i: aplicación en el ámbito universitario*. Consultado el 21 de mayo de 2021 en <http://www.delfo.com>
- Delgado M., Infante M., Abreu Y., Infante O., Díaz A. y Martínez J. (2011). *Vigilancia tecnológica en una Universidad de Ciencias Técnicas*. *Revista Ingeniería Industrial*. Vol. XXXII. N° 1, pp. 69-75.
- Giménez, E. (2000). *Campo de acción de la documentación en actividades de vigilancia tecnológica*. VII Jornadas españolas de documentación: la gestión del conocimiento: retos y soluciones de los profesionales de la información, pp. 507-515.
- Marulanda et al, 2016. *Vigilancia Tecnológica para Estudiantes Universitarios. El caso de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales*. *Formación Universitaria*, Vol. 9, N° 2, pp. 17-28.



- Madrid, (2001). ¿Qué es la vigilancia tecnológica? Consultado el 21 de septiembre de 2021 en <http://www.madrimasd.org/servicios/circulosinnovacion/ie-vt.asp>
- Muñoz, J., Marín, M. y Vallejo, J. (2006). La vigilancia tecnológica en la gestión de proyectos de I+D+i: recursos y herramientas. El profesional de la información, Vol. 15, N° 6, pp. 411-419.
- Malvido, G. (2011). Norma 166006:2011. Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Madrid: AENOR, pp. 1-20.
- Maspons, R. (1999). Inteligencia económica y vigilancia tecnológica. Seminario de los círculos de la innovación, pp. 11-19.
- Palop, F. y Vicente, J.M. (1999). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva su potencial para la empresa española. Fundación COTEC. Consultado el 21 de septiembre de 2021 en <http://www.eenbasque.net>
- Rey, L. (2009). Informe APEI sobre vigilancia tecnológica. Asociación Profesional de Especialistas en Información, pp. 1-65.
- Riola, J.M. y Díaz, J.J. (2012). Los sistemas de vigilancia competitiva. Las tecnologías de doble uso. Centro Universitario de San Javier, pp. 10-20.
- Tzu, S. (V A.C.). El arte de la guerra.

Sobre los autores

- **José María Riola Rodríguez:** Doctor Ingeniero Naval de la Universidad Politécnica de Madrid. Profesor. chema.riola@rga-psi.es
- **Diego Cabuya Padilla:** Máster en Gestión de la Información, de Universidad Politécnica de Valencia. Profesor. diego.cabuya@enap.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

