

Mapas tecnológicos para la estrategia empresarial. Situación tecnológica de la neisseria meningitidis *

María V. Guzmán Sánchez¹ y Gilberto Sotolongo Aguilar²

Resumen

El proceso de desarrollo científico y tecnológico genera productos, servicios e información. Las organizaciones deben seleccionar, analizar y conservar la información. Una de las actividades que sigue, de forma estructurada y continua, los diferentes saberes técnicos y científicos de la organización es la vigilancia científico -tecnológica. Uno de los problemas que enfrenta esta actividad es la cantidad de datos o variables que influyen sobre la competitividad de la organización y la necesidad de emplear herramientas específicas que faciliten su análisis. Se recurre a los indicadores propios de las patentes con el objetivo de ofrecer una herramienta que permita, a las empresas, realizar una vigilancia más orientada y veraz. Se explica el lugar de las patentes en el proceso de desarrollo tecnológico, los indicadores de las patentes y las herramientas que facilitan la recopilación, procesamiento y análisis de los datos. Se aplica una metodología, MOBIS-ProSoft, a modo de ejemplo. A partir de esta aplicación práctica se identifican y muestran los niveles de actividad tecnológica, los campos tecnológicos, así como su dinámica y visibilidad. Para esto se emplearon métodos estadísticos como el escalado multidimensional y el análisis de clusters, además de la aplicación de redes neuronales artificiales (algoritmo de Kohonen del tipo SOM).

*DeCS:*MAPAS; PATENTES; ESTRATEGIAS; REDES NEURALES(COMPUTACIÓN); CAPACIDAD DE GESTION

Ante la expansión de las actividades científicas y tecnológicas a todos los sectores de la vida, su encarecimiento, así como para distribuir los recursos, la vigilancia científico-tecnológica es un elemento decisivo en la estrategia de las compañías. Uno de los aspectos fundamentales de la actividad de vigilancia es identificar los indicadores de investigación y desarrollo (I + D). Estos pueden brindar información sobre los resultados de la ciencia y la innovación tecnológica, sus capacidades y desempeño, determinar tecnologías emergentes, alianzas científico-tecnológicas y evaluar la actividad tecnológica de las organizaciones. Los indicadores se basan, fundamentalmente, en los input y output de la actividad científico-técnica. Estos últimos agrupan lo referente (entre otros elementos) a la producción documental C-T que incluye al documento de patente, como un elemento de incidencia directa en el proceso de innovación tecnológica.

* Basado en la ponencia titulada “Mapas tecnológicos para la estrategia empresarial” presentado en Intempres 2000. Taller Nacional sobre inteligencia empresarial. Noviembre 16-18, 2000. Hotel Meliá Cohiba. La Habana, Cuba.

Las patentes son una fuente de información importante dentro de la inteligencia tecnológica de las organizaciones y uno de los documentos sobre los que se debe mantener una vigilancia más estrecha. La patente está más relacionada con un hecho económico que con un fenómeno orientado a ampliar el conocimiento y tiene una especial proximidad con el desarrollo industrial. Este tipo de documento “cierra”

el primer ciclo del proceso de I + D, por lo que reúne en sí, un valor económico y otro científico.

Ante el progreso de la llamada sociedad de la información y la amplia generación de documentos de carácter científico-técnico, entre ellos el documento de patente, es necesario emplear métodos eficaces para el análisis de la información. Uno de ellos, la patentometría permite el análisis de las patentes a partir de diferentes herramientas estadísticas como el escalado multidimensional y el análisis de clusters, así como la aplicación de redes neuronales artificiales (algoritmo de Kohonen del tipo SOM) y su representación en mapas tecnológicos. La patentometría es considerada como una de las técnicas que componen el grupo de métodos analíticos pertenecientes a la bibliometría. Aunque se han originado algunos indicadores específicos para el análisis de los documentos de patentes (valor comercial, ciclo de vida de un producto, etc.) por lo general, se emplean adaptaciones de los indicadores aplicados a la producción de otros tipos de documentos.

El objetivo de este estudio es proporcionar a las empresas y diferentes agentes que componen el Sistema Nacional de Ciencia y Técnica de una vía que posibilite una mayor orientación tecnológica, a partir de la creación de un producto útil para la toma de decisiones. Particularmente, se tienen como propósitos:

- Destacar la importancia de los documentos de patente, como fuente de información, para promover la capacidad C-T.
- Mostrar una herramienta que posibilite añadir valor a la información como producto.
- Desarrollar y aplicar una metodología propia para la recuperación, tratamiento y análisis de la información.

En consideración al sentido práctico de este trabajo se dedica un espacio para demostrar, a través de un ejemplo, la utilidad de la patentometría. Se escogió como objeto de estudio una problemática concreta: la *Neisseria meningitidis*, el agente causal más frecuente de la enfermedad meningitis cerebrospinal, de la que no está libre ningún país. Esta selección, también, obedece al interés de la comunidad científica nacional e internacional y a la importancia social y económica de los proyectos relacionados.

Métodos

Para analizar la situación tecnológica de la *Neisseria meningitidis*, se partió de la definición de la estrategia de búsqueda bibliográfica y de las bases de datos necesarias. Inicialmente se buscó en bases de datos que contienen referencias sobre documentos de patentes y en bases de datos que incluyen referencias bibliográficas basadas en publicaciones científicas (artículos, proceedings, libros, etc.). Se buscó en los fondos de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos desde 1975 hasta la fecha y en PubMed (MedLine). Esta última, especializada en ciencias de la vida, contiene más de 11 millones de referencias desde 1966 hasta la fecha. A partir de los ficheros obtenidos se crearon dos bases de datos para la manipulación y tratamiento de los datos bibliográficos. Una de ellas, PatUSA contiene todos los registros de patentes recuperados a partir de la estrategia de búsqueda y la otra base de datos, DocMedLine, incluye todos los registros de artículos, libros, etc. encontrados en MedLine.

Para la creación de ambas bases de datos se utilizó el software denominado ProCite for Windows (4.0.1). Para ello fue necesario primero la conversión del fichero original obtenido (fichero texto) al formato propio de ProCite. Para convertirlo se utilizó el software Biblio-Link II for Windows (1.2). Posteriormente se emplearon Microsoft © EXCEL 97, XISat (3.5) con la macro "biblio", que no viene con el paquete, pero que fue desarrollada por el fabricante de XIStat por encargo de la Universidad Carlos III, de Madrid. Esta macro permite construir las matrices de concurrencias (de autores, palabras claves, sustancias o combinación de ellos, además de otros campos) utilizadas como base en la fabricación de los mapas. Por último se empleó el Viscosity® SOMine para el análisis de datos complejos, específicamente para representar las relaciones entre variables.

El documento de patente

La patente es un contrato entre el estado y los inventores, el primero de ellos otorga al segundo un título que le confiere al titular el derecho de monopolizar (temporalmente) la explotación industrial y comercial de la

invención patentada. El inventor, como contrapartida a este monopolio, debe divulgar el contenido de la invención para favorecer el progreso técnico. El documento en el que aparece la divulgación de la invención es el documento de patente.

El concepto de patente contiene dos elementos fundamentales para la promoción del desarrollo tecnológico: la propiedad limitada temporalmente y el interés público en la información que se divulga. Con la primera, el titular se orienta a continuar el perfeccionamiento de las artes para evitar que los competidores lo superen; con la segunda (la cara opuesta de la misma moneda) el titular ofrece a los competidores una información tecnológica sobre una producción nueva, que permitirá – al ascender a etapas superiores del conocimiento- seguir adelante y, a veces, volver obsoleta la forma productiva anterior.¹

En la primera página de una patente (figura 1) se incluye una serie de datos, cada uno de estos elementos tiene su origen en exigencias legales y económicas establecidas. Estos elementos ofrecen numerosas ventajas, que hacen de las patentes un tipo de documento de incalculable valor para la gestión tecnológica y facilitan su análisis desde una perspectiva métrica. Una vigilancia científica y tecnológica objetiva requiere no sólo de los indicadores de patentes, estos se deben relacionar con otros indicadores como son qué parte del producto interno bruto se invierte en las actividades de investigación, qué cantidad de personal se dedica a una actividad tecnológica, cuál es el nivel profesional de ese personal, etcétera.

Bases de datos de patentes

Durante años, uno de los obstáculos que dificultaron la utilización de la información de patentes era el esfuerzo necesario para la localización de los documentos y el costo de obtención de las copias. Como resultado de los adelantos en la industria electrónica, proliferan actualmente las bases de datos automatizadas que facilitan extraordinariamente la localización de estos documentos. La información contenida en estas bases de datos posee una amplia diversidad, se diferencian así por su modo de presentación, contenido y técnicas de recuperación.



Los distribuidores, llamados generalmente host, ofrecen acceso a varias bases de datos en línea, por ejemplo DIALOG que incluye el acceso a más de 400 bases de datos sobre diferentes áreas del conocimiento. Los principales host que distribuyen información sobre patentes son:

1. Mead Data Central (E.U.)
2. DIALOG (E.U.).
3. TELESYSTEMES (Francia)
4. Questel (Francia).
5. PERGAMON-INFOLINE (UK)
6. FIZ (Alemania).
7. Orbit (Reino Unido).
8. Agencia Europea del Espacio (Italia).

Ante la variedad de las bases de datos especializadas con información sobre patentes, existen varios criterios sobre su selección para realizar estudios métricos. Algunos expertos señalan determinadas bases de datos como de consulta obligatoria y otros autores se refieren a otras. Estos criterios, por lo general, dependen del área geográfica de la que proceden los expertos. Algunas, de las bases de datos propuestas son WPI (gestionada por la sociedad inglesa DERWENT), EPAT (por la Oficina Europea de Patentes que genera Francia), CIBEPAT (de la Oficina del Registro de la Propiedad Industrial, España), CLAIMS (Patentes Estados Unidos, elaborada por IFI-Plenum Data Corporation) y JAPIO (de la Oficina Japonesa de Información de Patentes).

Indicadores de patentes

Los indicadores son medidas que tratan de ilustrar un aspecto particular de una cuestión compleja y con múltiples facetas. En este caso, las actividades de I + D y sus efectos en la sociedad. *Ernesto Spinak* particulariza a los indicadores de ciencia y tecnología. Él los define como la medida que provee información sobre los resultados de la actividad científica en una institución, país o región del mundo, y agrega además que los indicadores, como toda medición, pueden obtenerse, tabularse y hacer comparaciones.²

La patentometría agrupa o clasifica los indicadores de varias formas, los que a su vez pueden ser llamados de forma diferente aunque en esencia el procedimiento para su obtención es el mismo. El nombre de los indicadores está asociado, fundamentalmente, a la escuela o institución de la que proceden los investigadores que los tratan. Se presenta una manera de agrupar los indicadores de patentes.

Indicadores de actividad

Este indicador se analiza mediante tres aspectos fundamentales: número y distribución de patentes solicitadas o concedidas, productividad de los innovadores, países, instituciones y por el cómputo de citas. Es uno de los más utilizados y se plantea que es uno de los indicadores más sencillos. Dentro de esta categoría se consideran al número y distribución de las patentes, productividad de los científicos (pueden ser países, instituciones, etc.) y cómputo de citas. A través de ellos se puede determinar el dinamismo de un campo, la productividad de diferentes investigadores y organizaciones, los líderes en un campo tecnológico, etc.

Indicadores relacionales de primera generación

Rastrea los lazos y las interacciones entre los diferentes campos. No entran en el contenido de los documentos analizados. Se construyen a partir de las firmas conjuntas en las patentes (de inventores o signatarios), las redes de citas, las citas de los artículos científicos en las patentes, las citas conjuntas (cocitación), etc. Su importancia para la empresa radica en que permiten determinar las características de la actividad innovadora a diferentes niveles (ejemplo determinar tendencias y características de la colaboración, por ciento de inventores que firman las patentes, etc.). Permite además identificar transferencias, préstamos de técnicas experimentales y reconocer tecnologías o teorías fundacionales. El análisis dinámico de los agrupamientos permite seguir la evolución y las reorganizaciones de los campos de investigación, la representación de un campo específico, así como analizar la coherencia e integración de una comunidad científica, etcétera.

Indicadores relacionales de segunda generación

Los indicadores relacionales de segunda generación son aquellos que consideran la información presente en el título, el resumen o en el propio texto. Estos indicadores tratan el contenido de los documentos. El más conocido de estos indicadores es el elaborado a partir del estudio de la aparición conjunta de palabras (indicador de coocurrencia o *coword*). Permite identificar temas o problemas de investigación, las relaciones entre los temas de investigación, la transformación de los temas y de sus relaciones (análisis dinámico).

Indicadores de tercera generación

Se han desarrollado múltiples técnicas como las relacionadas con la inteligencia artificial. Entre las más conocidas están las redes neuronales que para los estudios métricos están asociadas, fundamentalmente, con la clasificación de información, es decir, con la formación de clusters (que posibilita la clasificación de la información) y su representación en mapas bidimensionales de conceptos. Una red neuronal, según Félix de Moya es un sistema de procesamiento de información compuesto por un gran número de elementos de procesamientos (neuronas) profusamente interconectados mediante canales de comunicación a la recuperación de la información. Existen diferentes modelos de red, asociados a diferentes algoritmos que la integran, uno de los más utilizados en el campo de la patentometría es el modelo de Kohonen que permite la

formación de mapas topológicos. Estos mapas posibilitan la organización de la información de entrada clasificándola automáticamente. Una de las variantes de estos mapas son los conocidos como mapas autoorganizativos (Self-Organizing Map) o SOM.

En los mapas cada documento (podría ser una patente) ocupa un lugar en el espacio, en función de sus contenidos temáticos. Cada área del mapa refleja un contenido específico, los tópicos varían ligeramente. Las diferentes tonalidades indican la densidad de documentos, cuanto más oscuras más documentos se encuentran.

Familia de patentes

Se trata a las familias de patentes, como una variedad independiente, por constituir una fuente de generación de indicadores y por sus propias características, que le confieren una importancia vital cuando se trata de la patentometría. Esto se constata en diferentes estudios realizados donde se evidencia una relación entre el valor económico de la patente y el tamaño y la composición de la familia de patentes. Esta información es útil, tanto para caracterizar la estrategia de las firmas como para prevenir la aparición de un competidor en un área comercial de interés. Considerando a la familia de patentes como unidad de análisis, se puede construir una serie de indicadores como nivel de actividad tecnológica, que se mide a partir de dos datos fundamentales número de familias de patentes y número de assignee activos. *Campbell, R.S.* desarrolló un modelo para determinar estos niveles, el cual se basa en las diferentes fases del desarrollo tecnológico, o sea, surgimiento, crecimiento, madurez y declinación a las cuales asocia los conceptos de actividad y concentración.³ Puede determinarse además, el indicador de significación tecnológica y el valor comercial; este último asume el tamaño de la familia de patentes como un indicador de su valor comercial.

Metodología MOBIS-ProSoft

La vigilancia enfrenta el problema de que cuanto mayor sea la cantidad de datos y variables a utilizar es mayor también la necesidad de utilizar herramientas específicas para facilitar su análisis. Un equipo de trabajo del Instituto Finlay ha creado una metodología propia para realizar este tipo de estudios, denominada MOBIS-ProSof.^{4,5} Es un sistema modular surgido como una necesidad ante la presencia de múltiples “modos de hacer” y la existencia de decenas de software que se deben considerar para este tipo de estudios. MOBIS-ProSof es un sistema abierto que permite (entre otras ventajas) la integración de varios módulos basados en diferentes software propietarios que facilita realizar diferentes funciones como el tratamiento y la conversión de ficheros, la gestión de registros, la obtención de indicadores, el análisis multivariado y el trabajo con redes neuronales artificiales, entre otros.

Los objetivos fundamentales de este desarrollo son:

- Consolidar una infraestructura informática para realizar investigaciones bibliométricas.
- Desarrollar un método estandarizado que permita lograr este propósito.

Esta plataforma garantiza una secuencia lógica de todos los resultados, desde el primer dato que se salva hasta la posterior representación en un mapa. Estos pueden reproducirse por cualquier especialista que conozca el sistema descrito. Es importante destacar que esta propuesta se ha utilizado en diferentes estudios como son los casos del trabajo presentado en la 7th Conference of ISSI en Colima, México y el del grupo de investigaciones bibliométricas de la Universidad Carlos III de Madrid URL : // rayuela.uc3m.es / % elias /, los cuales lo utilizan, además, con fines docentes.

La patentometría se considera una herramienta útil, dentro de la inteligencia tecnológica, pero para que exista realmente “inteligencia” deben existir otros análisis que la complementen. Además, se considera importante la necesidad de comentar los indicadores obtenidos con una combinación de interpretaciones inteligentes y otros conocimientos provenientes de varias fuentes. Este, como último paso en la metodología, permite agregarle valor a una información para convertirla en un producto necesario dentro de la organización.

Se ejemplifica a continuación la aplicación de esta metodología mediante estudio de un caso concreto: la Neisseria meningitidis. Se pretende así explicar de forma práctica la potencialidad de la herramienta de

análisis propuesta.

Situación tecnológica de la *Neisseria meningitidis*

Entre las bacterias causantes de la meningitis cerebrospinal, la *Neisseria meningitidis* es el agente causal más frecuentemente encontrado. Ningún país está libre de la infección meningocócica, afecta de igual forma a países del “primer mundo” como a países subdesarrollados. Está presente en Europa, norte y sur de América, África, etc. Por ejemplo, en Estados Unidos solo hasta noviembre de 1999 se registraron 2 073 casos de meningoencefalitis causado por la *Neisseria meningitidis*.⁶ Por otra parte, en Nueva Zelandia, hasta noviembre de 1999 se contabilizaron 454 casos con esta enfermedad.⁷

En Cuba se produjo una epidemia provocada por la *Neisseria meningitidis* de serotipo, fundamentalmente, B y C que comenzó en 1977. En 1979 alcanzó proporciones alarmantes, para el serotipo B no existía vacuna de probada eficacia. Diez años después se dispuso de una vacuna cubana (VA-MENGOC-BC) elaborada por el actual Instituto Finlay que ha garantizado el descenso y mantenimiento de la enfermedad a niveles muy bajos. Esta es la única vacuna de comprobada eficacia contra el serogrupos B y ha ganado medalla de oro otorgada por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Actividad tecnológica

El panorama general de la actividad tecnológica mundial sobre la *Neisseria meningitidis*, donde se muestra la evolución del número de patentes entre 1973, año en el que aparece la primera, hasta julio de 1999, muestra un crecimiento más homogéneo desde 1988, aunque hay fases de nivelación y declive intermedias (figura 2).

Uno de los primeros aspectos de interés es situar el período en que comienza la fase de investigación de la *Neisseria meningitidis*, aunque se registran algunos documentos aislados en años anteriores, esta se ubica en la década del 70 y no es hasta los 80 en que inicia un crecimiento notorio

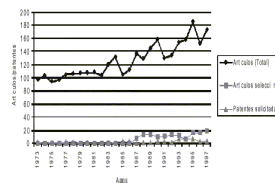


Fig. 2. Producción de patentes en *Neisseria meningitidis*.

A pesar de existir estudios relacionados con la enfermedad meningocócica desde hace más de 200 años, esta no alcanza notoriedad hasta finales de la década de los años 60 en que *Gotschlich* y otros logran demostrar por primera vez la inmuno-genicidad de una vacuna del polisacárido meningococo. Incluso, al hacer un análisis detallado de los primeros artículos aparecidos, se evidencia que los primeros documentos recogidos en ella corresponden a 1969 y tienen como primer autor a *Gotschlich*. Por otra parte, la aprobación de una patente relacionada con la *Neisseria meningitidis* ocurrió, como se planteó anteriormente, en 1973 a solo 4 años de este descubrimiento. El aumento de la actividad científica y tecnológica no sólo está influenciado por este descubrimiento esencial. Se considera que existe un factor social que fue determinante en este comportamiento. Al hacer una revisión histórica sobre la enfermedad meningocócica, se detectó que en Estados Unidos, entre finales de 1968 y 1972, experimentó una epidemia de proporciones alarmantes,⁸ que influyó en el interés científico y gubernamental, así como en las asignaciones de recursos en aras de hallar una solución al problema.

Evidentemente el período que transcurre entre el comienzo de la investigación colegiada y su aplicación práctica es relativamente corto, esto puede ser un indicador de la existencia de un vínculo estrecho entre la base científica y tecnológica de las instituciones que patentan.

Es determinar el liderazgo de una u otra institución; al ser la patente un documento que protege un producto o proceso en un mercado el que encierra en sí misma un interés por la explotación comercial de una nueva tecnología (tabla). Generalmente, los solicitantes de las patentes son empresas comerciales interesadas en obtener ganancias sustanciales.

El mercado de los productos o procesos derivados de las innovaciones sobre la *Neisseria meningitidis* está controlado por una pequeña cantidad de instituciones (28 en total). La Merck & Co., Inc. y el National Research Council of Canada son las organizaciones más prestigiosas en esta área tecnológica, son instituciones a las que la competencia no puede dejar de seguir. Tal vez, sea esto una consecuencia de la fase emergente en que se encuentra la innovación tecnológica en la temática; ahora existe un número reducido de instituciones que se encargan de modificar y desarrollar variantes (a partir de un fundamento). En la fase emergente, el objeto tecnológico no posee un alto nivel de aceptación comercial, esto provoca limitaciones en el financiamiento y una reserva en el interés comercial ante la incertidumbre.

Tabla. *Posición tecnológica de las instituciones más productivas.*

Instituciones	Patentes
Merck & Co., Inc.	8
National Research Council of Canada	5
North American Vaccine, INC	4
The Rockefeller University	4
Gen-Probe Incorporated	3
Pasteur Merieux Serums et Vaccins	3
The USA as represented by the Department of Health	3
Canadian Patents and Development Limited	2
American Cyanamid Company	2
Behringwerke AG	2
Centro Nacional de Biopreparados	2
University of North Carolina at Chapel Hill	2
Total de patentes	40

El interés de la empresa privada (66 %) prevalece por encima de los organismos públicos de investigación (15 %) y las universidades (19 %). La participación de estas últimas está muy vinculada con la empresa privada y sugiere alianzas estratégicas entre la Universidad Rockefeller y la North American Vaccine, Inc. Esto evidentemente es el resultado de la necesidad de la empresa privada de la investigación básica y aplicada que se desarrolla en las universidades.

Este motivo también propicia la alianza entre empresas estatales y privadas como es el caso de la American Cyanamid Company y el RIVM of Bilthoven. Un argumento para sustentar esto es el hecho de que la producción científica sobre la *Neisseria meningitidis* es mayor en las universidades que en otro tipo de institución.

Al observar retrospectivamente los datos presentados, se revela la estrategia seguida por las instituciones que han patentado sobre la *Neisseria meningitidis*. Las observaciones al respecto demuestran que la protección de las innovaciones está concentrada en una cantidad reducida de instituciones (28) y que parte de este grupo presenta una política de proteccionismo sobre la innovación, al evitar la divulgación de los resultados científicos antes de solicitar su protección.

A pesar de ser la Merck & Co. más fuerte tecnológicamente en este campo, el líder de opinión, tanto dentro de la comunidad científica como de la tecnológica, es de origen canadiense (Harold J. Hennings) procedente de la National Research Council of Canada. Este inventor no sólo ocupa un lugar cimero dentro de este campo tecnológico, sino que también es el investigador más citado por otros innovadores dentro de la temática, cuando se realiza el análisis de los autores referidos en las citas a artículos científicos que aparecen en la primera página de las patentes.

La National Research Council of Canada ha asignado el campo tecnológico de la *Neisseria meningitidis*, a lo largo del tiempo, a una pareja de innovadores formado por *Harold J. Hennings* y *Michon Francis*, los

cuales han participado en la totalidad de las patentes de esta institución. Posiblemente el know-how que posee esta institución es superior al de la Merck & Co. porque con un menor esfuerzo ha logrado producir una cantidad considerable de patentes en esta temática. La Merck & Co. ha tenido trabajando en este campo tecnológico un mayor número de innovadores, lo que implica un mayor esfuerzo en el desarrollo de productos o procesos derivados de esta temática y una mayor asignación de recursos.

Campo tecnológico

Las aplicaciones industriales están relacionadas en lo esencial con cuatro grandes líneas de investigación y desarrollo. La actividad innovadora de las instituciones está relacionada con el contenido de los cuatro clusters representados. El mapa (figura 3) sugiere la existencia de una línea de innovación marcada por el estudio de la proteína de la membrana externa (OMP), ubicado en el cuadrante superior derecho que está muy relacionado con el desarrollo de vacunas bacterianas tradicionales basadas en polisacáridos (cuadrante superior izquierdo); este último grupo representa una tecnología mucho más madura que la sugerida por los grupos Lipopolysaccharides (cuadrante inferior izquierdo) y proteína bacterina (cuadrante inferior derecho). Se observa una franca oposición entre el enfoque del grupo de la OMP y el Lipopolisacárido.

La información que sugiere este mapa está validada por la literatura sobre el tema (Cartwright; 1995) y la opinión de los expertos.⁸ El doctor Acosta, A., investigador y profesor del Instituto Finlay, observó que la revisión de este trabajo ha abierto nuevas perspectivas en su trabajo futuro y le ha permitido comprender en su real magnitud, el aporte que representa la patento-metría para el trabajo científico eficiente y competitivo; por lo que señala que las líneas de investigaciones reflejadas en el trabajo coinciden con la tendencia mundial de las investigaciones sobre este campo, así como los niveles de desarrollo que aquí se comentan. El doctor Sierra, G; vicedirector de investigaciones del Instituto Finlay a su vez corroboró las alianzas estratégicas que se plantean en este trabajo, así como una de las estrategias tecnológicas planteadas.

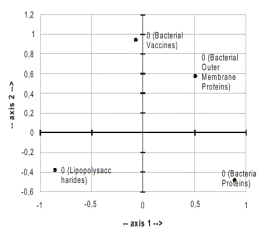


Fig. 3. Líneas de innovación en el campo tecnológico de la *Nicotiana rustigallia*.

Con el fin de representar los diferentes clusters para determinar como se asociaban estas instituciones de acuerdo con la tecnología base, se aplicó el algoritmo de *Khohonen* de tipo mapa autoorganizado, cuyos resultados se ilustran en la figura 4.

El mapa tecnológico presentado en la figura anterior representa a tres clusters: cluster 1, formado solamente por la Merck & Co., cluster 2, formado únicamente por el National Res. Council of Canada y el cluster 3 que incluye al resto de las instituciones. Este último grupo está formado por una gran cantidad de instituciones que tienen igual estrategia de citación (sobre todo las representadas con colores más claros y sin límites de separación), se presupone que estas firmas se basen, para su desarrollo, en su propia base tecnológica, porque citan poco a otras instituciones. El cluster 2 evidencia un alto nivel de autocitación, cuando esto sucede, algunos investigadores en el tema señalan que probablemente esta institución tenga un nicho de protección cerrada sobre un espacio tecnológico. Puede ocurrir que exista una patente importante, la cual se ha rodeado de invenciones mejoradas. El cluster formado por la Merck & Co. indica un mayor nivel de citación, esto implica una estrategia balanceada, absorbe tecnología externa y produce tecnología propia. La cercanía de los clusters también es una evidencia sobre las instituciones que tienen estrategias parecidas a otras. La *Rockefeller University* hace frontera con el cluster que incluye a *North American Vaccine*, y el *National Res. Council of Canada*. Estas instituciones forman un colegio tecnológico invisible, que sustentan sus desarrollos en la misma innovación tecnológica.

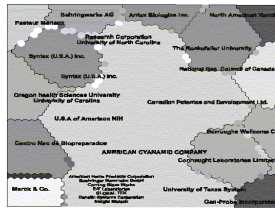


Fig. 4. Dependencia tecnológica de las instituciones según los clusters.

Cada uno de estos grupos presenta diferentes comportamientos cuando se trata de citar patentes del área europea o norteamericana, es decir, cuando se hace referencia al mercado europeo o norteamericano. Esta situación aparece reflejada en el mapa (figura 5).

Se demuestra cómo la National Res. Council of Canada es la institución que absorbe menos tecnología del área norteamericana, su marco de referencia hacia tecnología externa es la de Europa. Las instituciones que están incluidas en los clusters con un color azul oscuro (ver escala parte inferior del mapa) son aquellas que tienen mayor dependencia de tecnología norteamericana.

Es importante destacar la prevalencia de Estados Unidos como país líder en la innovación tecnológica de la temática. Se destaca una institución perteneciente a un país subdesarrollado, el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Cuba. Por la importancia que tiene esta patente para el estudio, se realizó un análisis más detallado de ella. En este se demuestra cómo, fundamentalmente, dos instituciones utilizan la patente cubana como marco de referencia (figura 4).

La Universidad de Rockefeller y la North American Vaccine son las instituciones que conjuntamente más citan a la patente cubana. Posiblemente estén desarrollando innovaciones tecnológicas basadas en la misma línea tecnológica, propuesta por el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Este centro debe estar alerta al respecto (figura 6).

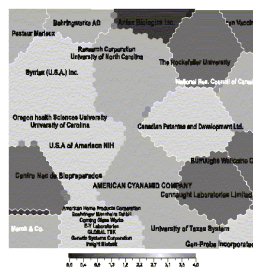


Fig. 5. Dependencia organizacional de la tecnología americana.

La incorporación de los resultados anteriores en la configuración de la estrategia competitiva de la institución es obligatoria. La percepción de las cuestiones de importancia es una habilidad en la gerencia de la tecnología, de ella depende la utilidad de este trabajo.

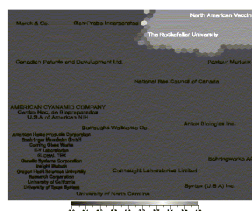


Fig. 6. Mapa sobre la dependencia tecnológica de la patente cubana.

Consideraciones sobre el sector tecnológico de la Neisseria meningitidis

En el sector tecnológico de la Neisseria meningitidis participa un número reducido de países. El país líder en la innovación es Estados Unidos, seguido muy de cerca por Canadá; se destaca la presencia de Cuba como país perteneciente al área de Latinoamérica.

Se registra mayor actividad tecnológica en los años 1993, 1994 y 1995. La fluctuación de la actividad

tecnológica no sólo está condicionada con los aspectos lógicos relacionados con las barreras tecnológicas; en este caso también existe un factor social. El énfasis tecnológico coincide con los inicios de grandes epidemias que asolaron a Estados Unidos y los declives con el control momentáneo de la epidemia.

La primera patente encontrada aparece en 1973, lo que coincide con los comienzos de la investigación científica colegiada en la temática, después que *Gotschlich* demuestra por primera vez la inmunogenicidad de una vacuna del polisacárido meningococo.

El período que transcurre entre la investigación colegiada y su aplicación práctica es relativamente corto, además se aprecia que el número de citas por patentes es también alto. Ante ello se infiere que existe un vínculo estrecho entre la base científica y la tecnológica de las instituciones que patentan. Estas se apoyan en la investigación, coincide con que las instituciones más activas son aquellas que mayor énfasis hacen en la investigación básica y aplicada.

El mercado de los productos o procesos derivados de las innovaciones sobre la *Neisseria meningitidis* está controlado por una pequeña cantidad de instituciones (28 en total). Las instituciones líderes en el mercado de la *Neisseria meningitidis* son la *Merck & Co., Inc.* y la *National Research Council of Canada*.

El interés de la empresa privada (66 %) prevalece por encima de los organismos públicos de investigación (15 %) y las universidades (19 %). La participación de estas últimas en el sector tecnológico está vinculado por alianzas estratégicas con la empresa privada. La mayoría de las alianzas estratégicas entre diferentes tipos de instituciones ocurren con aquellas que tienen una actividad científica alta. Esto evidencia la necesidad que tiene la empresa privada de la investigación básica y aplicada que se desarrolla en las universidades y en OPIS. Este es el caso de las alianzas entre Universidad de Rockefeller y la *North American Vaccine, Inc.* y la alianza entre la *American Cynamid Company* y el *RIVM of Bilthoven*.

La estrategia tecnológica seguida por el pequeño grupo de las instituciones que participan en este sector es presentar una política de proteccionismo de la innovación, mediante la prohibición de la divulgación de los resultados científicos antes de solicitar su protección. El sector tecnológico de la *Neisseria meningitidis* se encuentra aún en una fase emergente; muestra de ello es la alta concentración de países e instituciones que trabajan en él.

El líder, tanto de la comunidad científica como tecnológica, es de origen canadiense (*Harold J. Hennings*) procedente de la *National Research Council of Canada*, es el investigador - innovador más productivo, además, el más citado dentro de las patentes del sector. *Hennings*, evidentemente, es un marco de referencia para toda la actividad por lo que se recomienda mantener un seguimiento constante sobre su trabajo investigativo.

El *National Research Council of Canada* posiblemente posea un know-how superior al de la *Merck & Co. Inc.* en esta temática, porque con un menor esfuerzo ha logrado producir una cantidad considerable de patentes relacionadas con el sector tecnológico en estudio. La *Merck & Co., Inc.* ha tenido trabajando en esta problemática una mayor cantidad de investigadores lo que implica un mayor esfuerzo en el desarrollo de productos o procesos y una mayor asignación de recursos.

Existen otras dos posibles instituciones competidoras, que no participan en el sector tecnológico de la *Neisseria meningitidis*, sin embargo, sus trabajos científicos se consideran como marco de referencia dentro de la comunidad tecnológica; estas son la *Division of Bacterial Products, Food and Drug Administration* y el *Walter Reed Army Institute of Research* de Washington.

Existe una estrecha relación entre los productos o procesos que se patentan con la inmunología, posiblemente, porque los medios fundamentales que existen y sobre los que se trabajan, para combatir la enfermedad, son las vacunas.

El campo tecnológico de la *Neisseria meningitidis* está representado por una disciplina coherente e integrada. Existe una gran complementariedad entre las fuentes citadas en las patentes y las fuentes en las que publican los innovadores. Además utilizan un pequeño número de fuentes tanto como marco de referencia como para publicar sus resultados.

Las aplicaciones industriales están relacionadas, fundamentalmente, con cuatro grandes líneas de investigación-desarrollo, las cuales se dirigen al estudio de la proteína de la membrana externa (OMP), el

desarrollo de vacunas bacterianas tradicionales basadas en polisacáridos, el de vacunas basadas en el lipopolisacárido y el de vacunas bacterianas basadas en el estudio de la proteína.

El indicador de tiempo óptimo, de estas 28 instituciones, oscila entre uno y cuatro años lo cual evidencia un mercado con una dinámica tecnológica alta, sin embargo, si se particulariza, se evidencia que la concesión de la patente (al menos en esta temática) depende en gran medida de la ubicación geográfica del solicitante. A los pertenecientes al área geográfica de Estados Unidos se les conceden las patentes más rápidamente que a sus competidores europeos. La dinámica tecnológica del mercado americano varía en dependencia de las instituciones, es decir, en dependencia de la ley de patentes, así como de los intereses comerciales y políticos de la Oficina de Patentes de Estados Unidos.

La dependencia tecnológica varía en función de la estrategia de cada institución. La *Merck & Co., Inc.* y el *National Research Council de Canada* siguen una estrategia muy diferente a la del resto del sector. Las demás organizaciones siguen una estrategia parecida. Este gran grupo forma un cluster cuyo desarrollo se supone que se sustenta en una base tecnológica particular, sin embargo el *National Research Council* presenta un alto índice de autocitación, lo que hace suponer que él tenga un nicho de protección cerrada sobre una invención, se infiere entonces que posea una patente importante rodeada de invenciones mejoradas. Por otra parte la *Merck & Co., Inc.* tiene una estrategia balanceada: absorbe tecnología externa y produce tecnología propia.

Las *National Research Council de Canada*, la Universidad de *Rockefeller* y el *North American Vaccine* forman un colegio tecnológico invisible. Estas basan sus desarrollos en la misma innovación tecnológica. La dependencia tecnológica del mercado europeo o americano está en relación con la institución. El *National Research Council de Canada* es la organización que menos depende de tecnología americana, su marco de referencia hacia la tecnología externa es la de Europa, sin embargo, la *Merck & Co. Inc.* es la menos dirigida hacia la tecnología procedente del mercado europeo.

Las tecnologías, registradas por la USPO, con un mayor impacto fueron solicitadas por la *Canadian Patents Development Ltd.* Aquí reaparece el inventor de esta tecnología, *H. J. Hennings*. La primera patente contiene una innovación radicalmente nueva: un nuevo conjugado de la proteína de un polisacárido y la segunda es sobre la conjugación de un polisacárido del grupo B para vacunas. La primera de ellas tiene mayor significación tecnológica, esta es citada aún 19 años después de su publicación.

La patente perteneciente al mercado europeo que tuvo una mayor visibilidad fue solicitada por la *Merck & Co. Inc.*, sin embargo, la institución más representativa es la *Univax Biologics Incorporated*. Se destaca, nuevamente, Estados Unidos, como país líder en la innovación tecnológica de la temática.

Se destaca la visibilidad de una innovación procedente del área latinoamericana, concretamente del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Cuba. La Universidad de *Rockefeller* y la *North American Vaccine* son las que citan esta patente. Posiblemente desarrollen innovaciones tecnológicas basadas en la misma línea tecnológica propuesta por el centro cubano.

Resulta muy curioso el "aislamiento" tecnológico de la patente cubana del Centro Nacional de Biopreparado (BIOCEN), la única que ha permitido la producción de una vacuna, con efectividad comprobada, contra la *Neisseria meningitidis* del grupo B.

Conclusiones finales

La patentometría es una herramienta necesaria para el análisis de la ciencia y la tecnología. Una mayor cantidad de organizaciones debe explotar estos métodos de trabajo. Esta es una manera de comprender las características de la dinámica tecnológica, identificar fortalezas y debilidades en un área técnica, conocer el potencial comercial de los productos relacionados con esa tecnología, identificar la actividad tecnológica, etcétera. Estos resultados no conducen por sí solos a la toma de decisiones, son una parte de la información que deben dominar los expertos o gestores.

Los resultados de estos estudios están muy relacionados con las características y los límites de las bases de datos, así como con la variedad de métodos empleados, por lo general es importante la consulta con expertos en el tema, pues estos enriquecen las interpretaciones y aportan una mayor cantidad de datos

nuevos o complementarios. La utilización de técnicas de análisis multivariado, incluida la aplicación de redes neuronales artificiales, así como el dominio de los sistemas que facilitan el procesamiento de los datos, son otros de los componentes a considerar cuando se realiza este tipo de estudios.

Abstract

Technological maps for the enterprenurial strategy. Technological situation of Neisseria meningitidis

The process of scientific and technological development generates products, services and information. The organizations should select, analyze and preserve the information. One of the activities that follows, in a structured and continual way, the different technical and scientific knowledge of the organization is the scientific-technological surveillance. One of the problems faced by this activity is the amount of data or variables influencing on the competitiveness of the organization and the need to use specific tools that allow their analysis. The patents' own indicators are used aimed at giving the enterprises a tool that makes possible to keep a more oriented and truthful surveillance. The role played by patents in the process of technological development, the patents' indicators and the tools facilitating the collection, processing and analysis of data, are explained. The MOBIS-ProSoft methodology is applied as an example. Starting from this practical application, the levels of technological activity, the technological fields, and their dynamics and visibility are identified and shown. To this end, statistical methods as the multidimensional scale-up, the analysis of clusters and the application of neural artificial networks (SOM Kohonen's algorithm) are used.

Subject headings: MAPS; PATENTS; STRATEGIES; NEURAL NETWORKS(COMPUTER); MANAGEMENT CAPACITY

Referencias bibliográficas

1. Figueira AL. Fundamentos económicos y requerimientos de protección de los conocimientos tecnológicos intangibles: el caso de la biotecnología. Rev Derecho Industrial 1990;2(1):143-69.
2. Spinak E. Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría. Caracas: UNESCO-CII/II; 1996.
3. Campbell RS. Patents trends as a technology forecasting tool. Cleveland: Batelle Pacific Northwest Laboratories; 1990.
4. Sotolongo G, Suárez CA, Guzmán MV. Modular Bibliometrics Information System with Proprietary Software. En: Macías-Chapula C Editor. Proceeding Seventh Conference of the Society for Scientometrics and Informetrics, Colima, México, 1999. México, DF: Universidad de Colima; 1999.p.450-6.
5. Sotolongo G, Guzmán MV, García I. Vigilancia y evaluación de la Actividad Científico-Tecnológica. Reencuentros 1998;21:39-44.
6. Centers for Disease Control and Prevention. MMWR 1999;48(46):14-18.
7. New Zeland. Ministry of Health. Safety and Regulation Branch. [Informe]. Wellington: Ministry of Health;1999.
8. Cartwright K, Editor. Meningococcal diseases. London: John Wiley; 1995.

Recibido: 23 de abril de 2002

Aprobado: 18 de junio de 2002

M.SC. *María V. Guzmán Sánchez*

Centro de Investigación. Producción de Vacunas y Sueros Carlos J. Finlay. Ave. 27 No. 19805. A.P.16017
Cod. 11600. Ciudad de La Habana. Cuba. E.mail: mvguzman@finlay.edu.cu

[1 Máster en Ciencias de la Información.](#)

[2 Licenciado en Información Científico-Técnica y Bibliotecología. Director de Información Científica. Instituto Finlay.](#)

Calle E No. 452 e/ 19 y 21, El Vedado, La Habana, 10400, Cuba.



acimed@infomed.sld.cu