

Generación de conocimientos y tecnologías sanitarias: nanoonions de carbono

Generation of knowledge and health technologies: carbon nano-onions

Geração de conhecimentos e tecnologias sanitárias: nanoonions de carbono

Beatriz Moraima García Delgado,^I Luis Felipe Desdín García,^I Luciene
Ferreira Gaspar Amaral,^{II} Thais Talita Ferreira Soares^{II}

^I Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN). La Habana, Cuba.

^{II} Instituto Nacional de la Propiedad Industrial. Brasil.

RESUMEN

El conocimiento posee un rol importante en los nuevos desarrollos y en especial en los relacionados con las tecnologías emergentes. Este artículo tiene como objetivo generar y gestionar el conocimiento que permita dar respuesta a las necesidades de las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto de I+D+i: nanoonions de carbono y, en especial, de su posible utilización en el campo de la salud. Se utilizó la metodología para la generación y gestión del conocimiento y como fuente de información la contenida en los documentos de patentes. Se muestran los resultados obtenidos al procesar la información recuperada; se observa la actividad innovadora relacionada con los nanoonions de carbono y se analizan los resultados relacionados con las tecnologías sanitarias. Los conocimientos generados en la investigación han sido decisivos para definir los objetivos específicos del proyecto.

En particular se concluyó que los nanoonions, por su tamaño y su estructura, tienen una gran analogía con determinados virus, por lo que pudieran emplearse como sondas para el estudio del sistema inmune. Por otro lado, se evidenció que sus propiedades fluorescentes hacen de esta nanoestructura un candidato promisorio para su empleo en diagnosticadores *in vitro* para una variada gama de enfermedades.

Palabras clave: generación de conocimiento, patentes, proyectos de I+D+I, metodología, nanoonions de carbono.

ABSTRACT

Knowledge has an important role in new developments, especially in those related to emerging technologies. This article aims at generating and managing knowledge, in order to respond to the needs that appear in the different stages of the life cycle of the project of I+D+i: carbon nano-onions, and especially its possible use in the field of health. The methodology for the generation and management of knowledge was used, together with patent documents as source of information. The results obtained from processing the retrieved information are shown, the innovative activity related to the CNOs is observed, and the results related to health technologies are analyzed. The knowledge resulting from this research has been decisive to define the specific objectives of the project. In particular, it was concluded that nano-onions, for its size and structure, have great analogy with certain viruses, so they could be used as probes to study the immune system. Furthermore, it was shown that their fluorescent properties make this nano-structure a promising candidate nanostructure to be used in *in vitro* diagnostic kits for a variety of diseases.

Key words: generation of knowledge, patents, projects of I+D+I, methodologies, carbon nano-onions.

RESUMO

O conhecimento possui um rol importante nos novos desenvolvimentos e em especial nos relacionados com as tecnologias emergentes. Este artigo tem como objetivo gerar e gestionar o conhecimento que permita dar resposta às necessidades das diferentes etapas do ciclo de vida do projeto de I+D+i: nanoonions de carbono e, em especial, da sua possível utilização no campo da saúde. Foi utilizada a metodologia para a geração e gestão do conhecimento e como fonte de informação a contida nos documentos de patentes. Amostrar-se os resultados obtidos ao processar a informação recuperada; observa-se a actividade inovadora relacionada com os nanoonions de carbono e são analisados os resultados relacionados com as tecnologias sanitárias. Os conhecimentos gerados na investigação têm sido decisivos para definir os objectivos específicos do projecto. Em particular foi concluído que os nanoonions, por seu tamanho e sua estrutura, têm uma grande analogia com determinados vírus, pelo que poderiam empregar-se como sondas para o estudo do sistema imune. Por outro lado, foi evidenciado que suas propriedades fluorescentes fazem desta nanoestrutura um candidato promissório para seu emprego em diagnosticadores *in vitro* para uma variada faixa de doenças.

Palavras chave: geração de conhecimento, patentes, projectos de I+D+I, metodologia, nanoonions de carbono.

INTRODUCCIÓN

Desde fines del siglo pasado ha crecido de manera acelerada el estudio de los fenómenos y la manipulación de los materiales a escala atómica, molecular y macromolecular, en las que sus propiedades difieren significativamente de aquellas que exhiben estos en la macroescala. Estas investigaciones están dirigidas a observar, medir y comprender las variaciones de las propiedades y las reactividades como función del tamaño y las formas,¹⁻³ y obedecen a diferentes aspectos entre los que se encuentran los cambios de tamaño y áreas superficiales.⁴

Los resultados de las referidas investigaciones son empleados para el diseño, la caracterización, la producción y la aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas por medio del control de sus formas y dimensiones a escala nanométrica.³⁻¹⁰ Este campo emergente se conoce como Nanotecnologías y a los nuevos materiales que se obtienen con un control de sus propiedades a la referida escala se les denomina nanomateriales.

Entre los nanomateriales más promisorios se encuentran las nuevas formas alotrópicas del carbono, integrantes de la familia de los fullerenos^a.¹¹⁻¹⁵ Un miembro significativo de esta familia son los *Carbon Onions* (CNO)^b. Las investigaciones sobre las propiedades de esta nueva familia de alótropos de carbono se desarrollan de manera acelerada. Se reportan un número creciente de aplicaciones entre las que se pueden mencionar su uso como: catalizador, blindaje contra la radiación electromagnética, aditivo para lubricantes, trazador fluorescente, componente para la producción de súper condensadores, entre otras.¹⁶⁻¹⁸ Se experimentan nuevos métodos de síntesis, purificación y funcionalización de estas nanoestructuras.¹⁹ En específico en el caso de las aplicaciones de los nanonions a las tecnologías sanitarias los reportes han comenzado en el último quinquenio y se señalan en este artículo.

De las consideraciones previas se infiere la complejidad de los proyectos de I+D+i en este campo, que al igual que en el caso de las restantes tecnologías emergentes (biotecnología, tecnologías de la información y las neurociencias cognitivas), dependen fundamentalmente del conocimiento^c que debe generarse, gestionarse e insertarse en el ciclo de vida de los referidos proyectos, los cuales se ejecutan en escenarios competitivos y cambiantes, llenos de amenazas y retos en un mundo altamente globalizado.

En el caso específico de las nanotecnologías este proceso es más complejo, pues es una temática multidisciplinaria en la cual se vuelve muy complicado establecer una estrategia de búsqueda. En los últimos años se han publicado numerosos estudios que analizan aspectos tales como la diversidad de términos sumamente variados y el impacto que esto tiene a la hora de definir los campos de búsquedas, la importancia de la visualización.²⁰⁻²⁴ Se plantea que, adicionalmente, la estrategia actualizada revela la importancia para la nanotecnología de algunas categorías emergentes de temas citados, particularmente en las ciencias biomédicas, que sugieren además una ampliación del dominio de los conocimientos en nanotecnología.²⁴ La generación de conocimiento durante el ciclo de vida de un proyecto de I+D+i es de gran valor, tanto en su fase de gestación como de aprobación y ejecución. La inserción de un nuevo conocimiento generado en las diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos permitirá obtener productos, tecnologías y servicios con un alto valor basado en los activos intangibles generados en el proceso de I+D+i.²⁵⁻²⁸ Desde el momento en que se comienza a gestar una propuesta de proyecto y/o de un banco de proyectos, es de vital importancia contar con una metodología que permita la gestión y la generación del conocimiento necesario para cada fase del ciclo de vida. Las etapas de gestación y

de aprobación son sumamente importantes, pues de ellas depende en gran medida el impacto de los resultados que se obtengan al final. La identificación de las necesidades y/o problemática es un factor crítico; en esta etapa la evaluación técnico-económica es un elemento indispensable y las salidas de estas fases van a permitir la toma de decisiones para la selección y la aprobación de las propuestas de los proyectos de I+D+i (Fig. 1). Es imprescindible dejar claro que en la presente investigación se gestiona y gerencia el conocimiento para diferentes tipos de estudio, que deben dar respuesta de forma integral a las necesidades del proyecto en sus diferentes fases. Este concepto integrador de "gestión y generación del conocimiento" se adecua conceptualmente a su socialización con las diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos de I+D+i. Numerosos y diversos son los estudios que reporta la literatura relacionados con las nanotecnologías. De esto se deduce que es fundamental contar con un basamento metodológico y conceptual, que permita la identificación de metodologías, herramientas, estilos de trabajos y otros.²⁹⁻³⁰



Fuente: García y otros.

Fig. 1. A) Representación esquemática del ciclo de vida de un proyecto de I+D+i; B) aspectos de las fases del ciclo de vida de gestación de los proyectos de I+D+i; C) aspectos de las fases del ciclo de vida de los proyectos de I+D+i.

A partir de lo anterior se puede plantear que la aplicación de una metodología adecuada es fundamental para generar el conocimiento necesario que, al ser introducido en la práctica social, dé respuesta a las necesidades del usuario. En este artículo se utiliza la información contenida en los documentos de patentes. La segunda mitad del siglo XX fue testigo del surgimiento del uso de la información contenida en los documentos de patentes. El desarrollo pujante de las tecnologías de la información y de las comunicaciones en las últimas décadas, unido al acceso a múltiples bases de datos de patentes y del desarrollo de herramientas automatizadas, han permitido incrementar el acceso a esta valiosa información. La publicación de una patente solicitada o concedida consta de tres partes fundamentales: datos bibliográficos, memoria descriptiva y reivindicaciones, en las cuales se puede encontrar información de tipo legal, comercial y técnica.³¹

Este trabajo tiene como objetivo generar y gestionar el conocimiento que permita dar respuesta a las necesidades de las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto de I+D+i: nanoonions de carbono (CNO) y, en especial, de su posible utilización en el campo de la salud.

MÉTODOS

Para lograr el objetivo propuesto se utilizó la metodología para la generación y gestión del conocimiento (MGGC) y como fuente de información se utilizó fundamentalmente la información contenida en los documentos de patentes, la cual fue procesada para su posterior análisis. Se revisó la literatura no patente relacionada con esta temática (Fig. 2).²⁸

La metodología de generación de conocimiento utilizada es sistémica y su ciclo de vida está integrado por 6 etapas con un total de 14 procesos. Esta metodología se diferencia, con respecto a otras descritas en la literatura, en que centra su principal atención en la identificación de las necesidades de los usuarios, así como en generar un nuevo conocimiento que dé respuesta a esas necesidades y que al insertarse en la problemática mediante la toma de decisiones y acciones concretas conduzca a un impacto positivo en la fase correspondiente del ciclo de vida del proyecto. La etapa 1 corresponde a un factor crítico para la generación y gestión del conocimiento (Fig. 3).²³⁻²⁴

En la etapa 2, a partir de las definiciones y caracterizaciones obtenidas en la etapa 1, se identificaron:

- Perfil de los resultados e indicadores a obtener.
- Perfil de búsqueda.
- Perfil del procesamiento de la información.
- Palabras clave: nanoonion(s), nano-onion(s), onion-like fullerene, nano onions, carbón nanoonions.

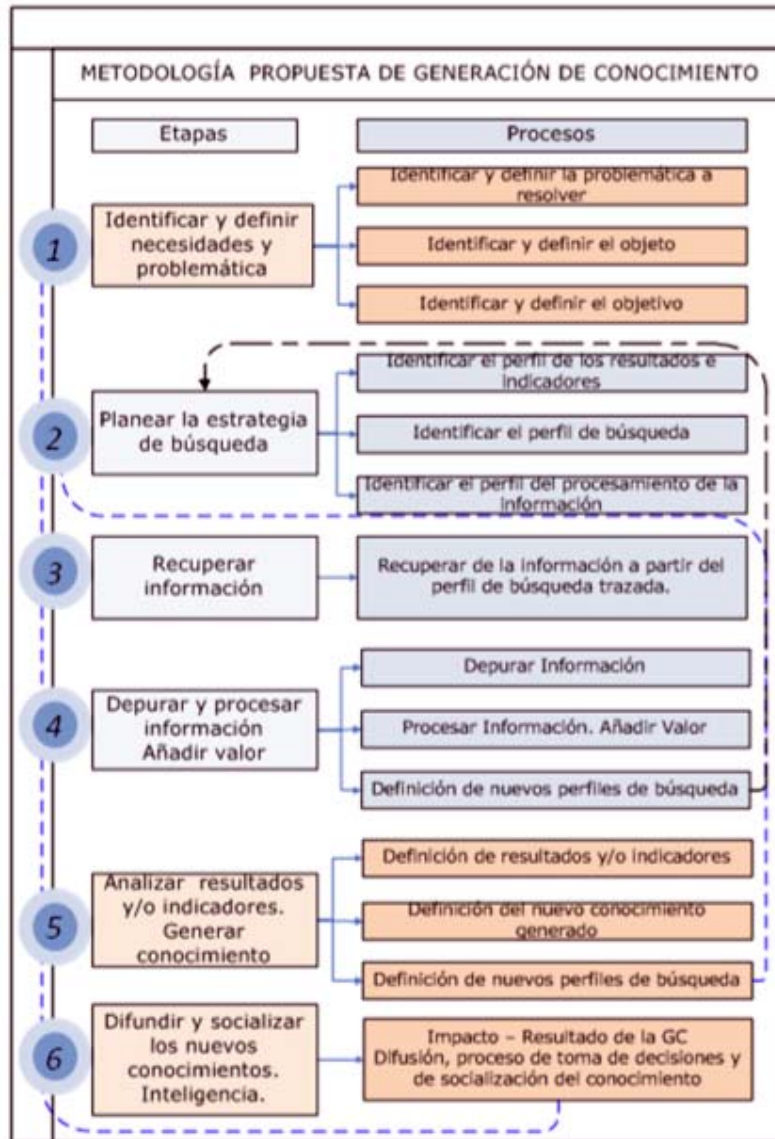
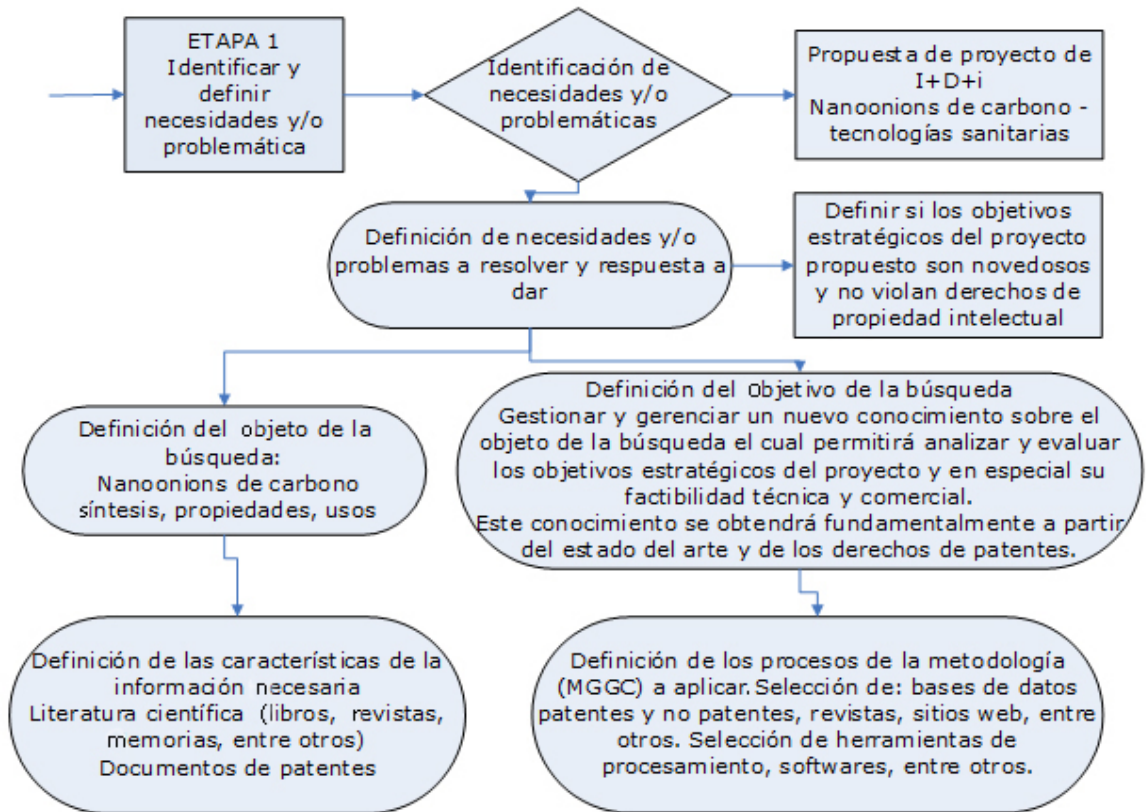


Fig. 2. Metodología de gestión y generación del conocimiento.

Se identificaron las clasificaciones internacionales de patentes (CIP) para las invenciones recuperadas en PatentScope^{dy} y se aplicó un primer filtro con el fin de separar los diversos campos de conocimientos en los que los nanotubos de carbono se utilicen. Un segundo filtro fue utilizado para una CIP específica (C01B), identificada de interés para este estudio. El tercer filtro fue aplicado con el objetivo de recuperar las invenciones que reivindican nanotubos de carbono con aplicaciones en el área sanitaria (Fig. 4). En las etapas 3 y 4 se recuperó la información, se depuró y se procesó.

ETAPA 1: IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES Y PROBLEMÁTICAS

SALIDAS: Definición de problemas a resolver, característica de la información necesaria, metodología a aplicar, objeto y objetivo



Fuente: Ye X, Liu Y, Porter AL. International collaborative patterns in China's nanotechnology publications. Int J Technol Manag. 2012;59(3-4):2.

Fig. 3. Etapa 1 de la metodología para la generación y gestión del conocimiento aplicada al caso de estudio.

Se recuperaron las patentes concedidas por la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos (USPTO), así como sus citas (anteriores y posteriores). Se utilizó la base de datos de USPTO por diferentes motivos, entre los que se encuentran que, por lo general, es una de las oficinas donde se deposita una parte significativa de las solicitudes de invenciones relacionadas con las tecnologías emergentes; el formato en que brinda la información sobre las citas la hace muy amigable con el usuario y, por otro lado, la forma en que incluyen las citas en los reportes las hace ser una fuente imprescindible para los estudios de citas⁶. Por último, este trabajo es una continuación del realizado en el año 2013,³² que se centra, entre otros aspectos, en el estudio de las citas de patentes en USPTO.

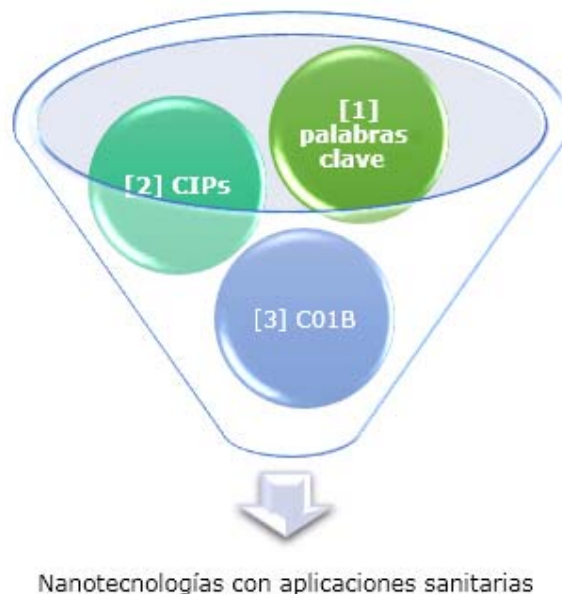


Fig. 4. Filtración de las invenciones recuperadas en PatentScope.

Se recuperó información no patente relacionada con el uso en general de los nanoonions y en especial aquellos relacionados con las tecnologías sanitarias. Se realizó la búsqueda y recuperación de la información no patente en los sitios web: Google Scholar (<http://www.scholar.google.es/>) y Microsoft Academic Search (<http://academic.research.microsoft.com/>). Se analizó la información y se generó un nuevo conocimiento (etapa 5), el cual fue discutido con el jefe de proyecto, con el objetivo de precisar si da respuesta a sus necesidades. En la última etapa (etapa 6) se introdujo el conocimiento generado en el proyecto.

RESULTADOS

Se partió de la siguiente estrategia de búsqueda:

- Campo: Claim.
- Palabras clave: nanoonion(s), nano-onion(s), onion-like fullerene, nano onions, carbón nanoonions.
- Base de datos: PatentScope.

Como parte de las CIP relacionadas con la búsqueda por palabras clave se usaron, como criterio de filtración, las clasificaciones correspondientes a inventos con posibles aplicaciones sanitarias: A24D, A61L, B82B, B82Y, C01B, C07C, C09K y F17C. En la [figuras 5 y 6](#) se puede observar que el mayor porcentaje de invenciones recobradas corresponde a la clasificación C01B, relacionadas con los procesos de síntesis de compuestos de carbono, lo que concuerda con el hecho de que se está en presencia de un período de surgimiento de este campo, al igual que el predominio del proceso de síntesis, al estudiar, de manera cuantitativa, las

diferentes etapas de los procesos practicados para los nanoonions de carbono^f. Por otro lado, se observan las IPC que están vinculadas a las invenciones clasificadas en esas categorías. Al filtrar la información, se obtiene el flujograma que se muestra en la [figura 7](#).

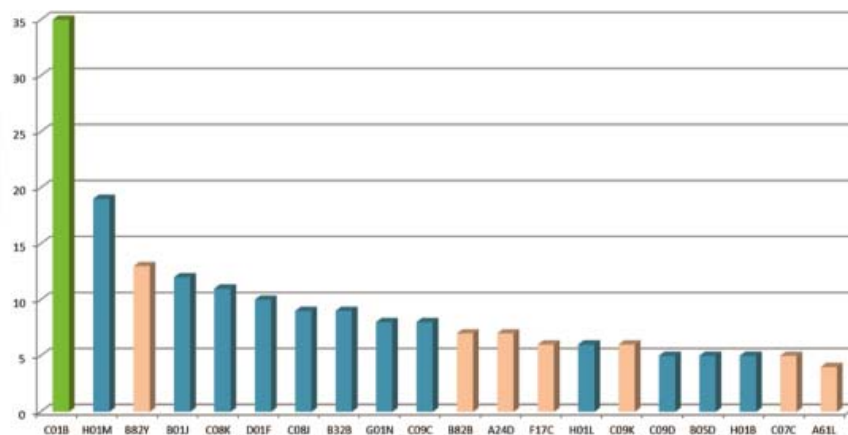


Fig. 5. Distribución, según las clasificaciones internacionales de patentes, de las invenciones recuperadas a partir de la estrategia de búsqueda trazada.

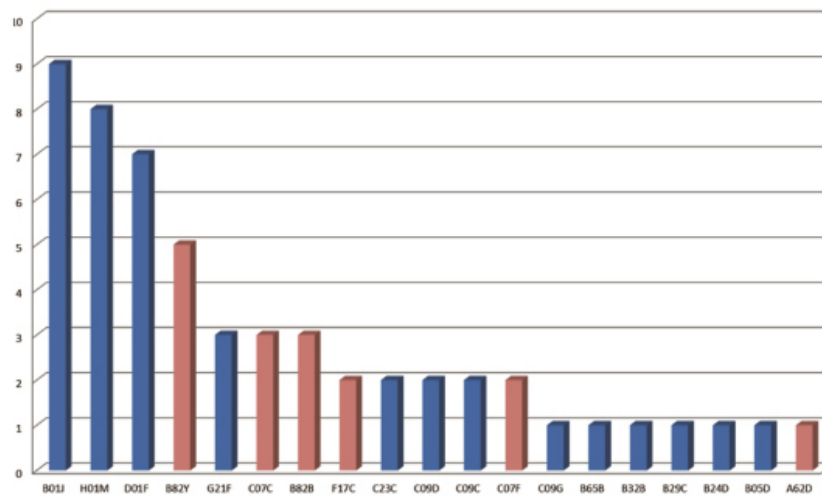


Fig. 6. Distribución de las invenciones recuperadas en las clasificaciones internacionales de patentes.

Los filtros aplicados en este análisis permitieron recuperar 31 documentos de patentes cuyos objetos pueden estar relacionados con la utilización de nanotubos de carbono con tecnologías sanitarias. De los 31 documentos analizados, 12 poseían vínculos con áreas científicas (3 de estos documentos no tenían relación explícita con la utilización de los nanoonions con productos sanitarios).

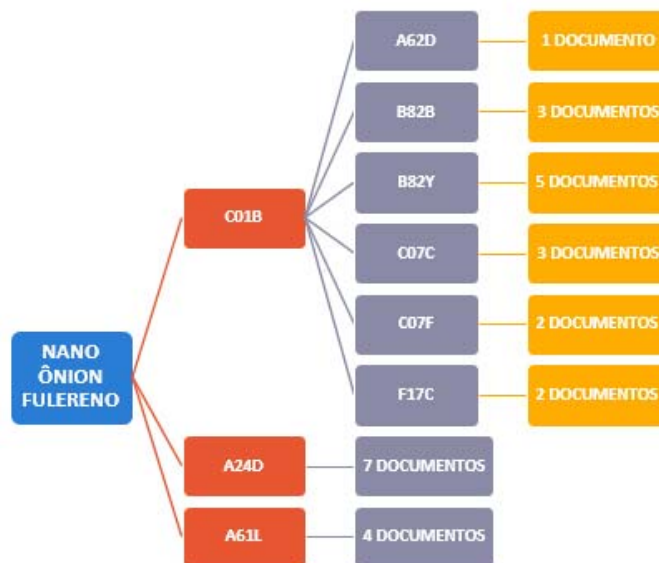


Fig. 7. Flujograma.

El estudio realizado de redes y clústeres para patentes concedidas por USPTO^a dio como resultado que existe un clúster principal conformado por cinco patentes interrelacionadas por citas anteriores, donde se pudo visualizar, de manera muy rápida, la fecha de prioridad, los inventores, los titulares y la clasificación CIP. A partir de las invenciones identificadas en el referido estudio, así como de sus inventores y titulares, se actualizó el estudio (22/02/2015), se obtuvieron las patentes y sus citas y se identificó en una red un clúster integrado por cinco patentes con aplicaciones biomédicas de los nanoonions (Fig. 8). Las invenciones que conforman el clúster tienen fecha de prioridad comprendidas en el periodo 2007 al 2010, de esto se ve que existe una actividad inventiva reciente en esta temática. Se identificó que las cinco patentes que conforman este clúster tienen como uno de sus inventores a *Fanqing Chen Frank*, del *Lawrence Berkeley National Laboratory*. Estas patentes fueron concedidas recientemente por lo que aún no se encontraron citas posteriores. La búsqueda de información no patente relacionada con los nanoonions y las tecnologías sanitarias permitió identificar algunas investigaciones, investigadores e instituciones que trabajan en esta dirección en diferentes países. Se han publicado diversos estudios dirigidos a la purificación y funcionalización de los nanoonions.³³ Estos son unos de los aspectos más interesantes para la obtención de productos destinados a las tecnologías sanitarias y, en especial, a la rama biomédica.

Entre los estudios realizados relacionados con la rama biomédica se destacan los de la Dra. *Silvia Giordan^h*.³⁴ Otros investigadores han dirigido sus estudios a comparar la influencia citológica de los nanomateriales con diferente estructura³⁵ y otros hacia las aplicaciones de luminiscencia de las nanoprobos para investigaciones clínicas con el supuesto beneficio de la explotación y el desarrollo de *high-performance nanoprobos* para la bioimagen *in vivo*.³⁶ Las publicaciones científicas relacionados con la purificación y funcionalidad de los nanoonions, así como con las aplicaciones sanitarias, sobre todo las biomédicas, corresponden fundamentalmente a la última década y muy en especial al presente quinquenio.

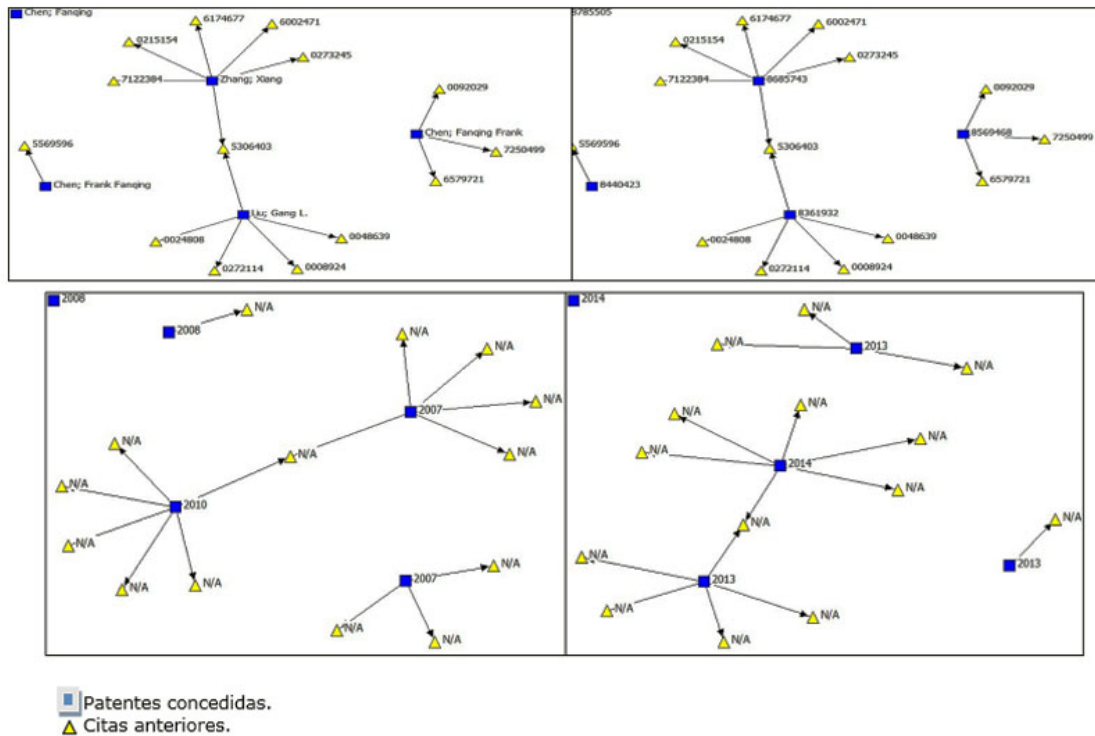


Fig. 8. Clúster conformado por las patentes y sus citas. Arriba: identificación de inventores (izquierda); identificación de invenciones concedidas (derecha). Abajo: identificación de fecha de solicitud de las invenciones (izquierda); identificación de fecha de concesión (derecha).

CONSIDERACIONES FINALES

La generación y gestión del conocimiento es una herramienta eficaz para dar respuesta a las necesidades de las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto de I+D+i, especialmente en las tecnologías emergentes, como es el caso de los proyectos relacionados con las nanotecnología y las tecnologías sanitarias. La aplicación de la Metodología de Gestión y Generación de Conocimiento permite identificar las necesidades del proyecto y definir objeto y objetivos, así como la estrategia de búsqueda e indicadores, entre otros aspectos que permiten dar respuesta a las necesidades del proyecto al socializarse los resultados.

El conocimiento generado en el estudio realizado en el período 2012-2013³² permitió redireccionar los objetivos estratégicos del Proyecto de I+D+i: "nanooxiones de carbono (CNOs)". El estudio actual, del que son parte los resultados expuestos en este artículo, ha permitido identificar el estado del arte, así como las tendencias en el desarrollo de nuevos procedimientos de obtención, purificación, funcionalización de los nanooxiones, así como la diversificación de su empleo, sobre todo en el campo de las tecnologías sanitarias. En este estudio se identificaron las invenciones solicitadas y concedidas relacionadas con el objeto de estudio, así como sus inventores, titulares, año de solicitud y concesión, clúster de citaciones de patentes de interés y se identificaron, a partir de la literatura no patente, investigaciones de punta que permiten definir pautas para la continuación de este estudio.

Los conocimientos generados en la investigación han sido decisivos para definir los objetivos específicos del proyecto. En particular, se concluyó que los nanoonions - por su tamaño y su estructura- tienen una gran analogía con determinados virus, por lo que pudieran emplearse como sondas para el estudio del sistema inmune. Por otro lado, se evidenció que sus propiedades fluorescentes hacen de esta nanoestructura un candidato promisorio para su empleo en diagnosticadores *in vitro* para una variada gama de enfermedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Poole C, Owens C. Introduction to Nanotechnology. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons Inc.; 2003.
2. Foresight Review of Nanotechnology. The next Industrial Revolution. Lloyd's Register Foundation. Report Series: No. 1; 2014.
3. Naguib M, Mochalin M, Barsoum M, Gogotsi Y, Xenos M. A new family of two-dimensional materials. *Advanced Materials*. 2014;26:992-1005.
4. Bhushan B. Springer handbook of nanotechnology. Springer-Verlag Heidelberg. 2004; (99): 145.
5. Korvink J, Greiner A. Semiconductors for micro and nanotechnology: an introduction for engineers. WILEY-VCH; 2002.
6. Bhatia S, Raman A, Lal N. The shift from Microelectronics to Nanoelectronics: a review. *Internat J Advanc Res Comp Communic Engin*. 2013; (2): 11.
7. Kuzhir P, Paddubskaya A, Maksimenko S, Shenderova O. Onion-like carbon in microwave applications. *Nano Studies*. 2011; (4): 103-12.
8. Reguera E. Almacenamiento de hidrógeno en nanocavidades. *Rev Cubana Fís*. 2009;26(1): 3-14.
9. Diloyan G, Margolin A, Drangai L, Gururajan G. Novel fullerene-like inorganic nanoparticles of tungsten disulfide (if WS₂) as a superior lubricant. *Proceeding of the STLE Annual Meeting & Exhibition*; 2014: 18-22.
10. Varghese S, Kuriakose S, Jose S. Antimicrobial activity of carbon nanoparticles isolated from natural sources against pathogenic gram-negative and gram-positive bacteria. *J Nanosc*. 2013 [citado 30 de enero de 2015]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/457865>
11. The UK Intellectual Property Office. Graphene. The worldwide patent landscape in 2013 [citado 30 de enero de 2015]. Disponible en: <http://www.ipo.gov.uk/informatics>
12. Martín N. The Revival of Fullerenes? *The Electrochemical Society Interface*. 2013 [citado 30 de enero de 2015]. p. 51-6. Disponible en: http://www.electrochem.org/dl/interface/fal/fal13/fal13_p51_56.pdf

13. Soukiassian P, Ramachandra M. Carbon-based nanoscience and nanotechnology: where are we, where are we heading? (Editorial). *J Phys D: Appl Phys*. 2010;43(37030):1.
14. Prasek J, Drbohlavova J, Chomoucka J, Hubalek J, Jasek O, Adamc V, Kizek R. Methods for carbon nanotubes synthesis: review. *J Mater Chem*. 2011;21:15872-84.
15. Endo M, Iijima S. Dresslhaus M. *Carbon Nanotubes*. Elsevier Science Limited; 1996.
16. Sattler K. *Handbook of Nanophysics. Clusters and Fullerenes*. Boca Raton, EE.UU.: Taylor and Francis Group, LLC; 2011.
17. Gao Y, Zhou Y, Qian M, He XN, Redepenning J, et al. Chemical activation of carbon nano-onions for high-rate supercapacitor electrodes. *Carbon*. 2013;51:52-8.
18. Xu B, Yang X, Wang X, Guoa J, Liu S. A novel catalyst support for DMFC: Onion-like fullerenes. *J Pow Sour*. 2006;162:160-4.
19. Borgohain R, Yang Y, Selegue J, Kim D. Controlled synthesis, efficient purification and electrochemical characterization of arc-discharge carbon nano-onions. *Carbon*. 2014;66:272-84.
20. Arora SK, Porter AL, Youtie J, Shapira P. Capturing new developments in an emerging technology: an updated search strategy for identifying nanotechnology research outputs. *Scientometrics*. 2013;95(1):351-70.
21. Kay L, Porter AL, Youtie Y, Rafols I, Newman N. Mapping Graphene Science and Development: Focused Research with Multiple Application Areas. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*. 2015 [citado 20 de abril de 2015];41(2):22-5. Disponible en: <http://www.researchgate.net>
22. Ma J, Porter AL. Analyzing patent topical information to identify technology pathways and potential opportunities. *Scientometrics*. 2015;102(1):811-27.
23. Zhou X, Porter AL, Robinson DK, Shim MS, Guo Y. Nano-enabled drug delivery: A research profile. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2014;10(5):889-96.
24. Ye X, Liu Y, Porter AL. International collaborative patterns in China's nanotechnology publications. *Int J Technol Manag*. 2012;59(3-4):2.
25. Lage A. Las biotecnologías y la nueva economía: crear y valorizar los bienes intangibles. *Biotechnol Aplic*. 2000;17:55-61.
26. García B. Productos naturales y medicamentos: impacto de la utilización de la información de patentes en su desarrollo. *ECIE-LATINPHARMA. Foro Virtual Medicina Tradicional Alternativa y Complementaria: Perspectivas y Avances*; 2007 [citado 20 de enero de 2015]. Disponible en: <http://www.latinpharma.net>

27. García B. Gestión y generación de conocimientos a partir de la información de patentes. Metodología. La Habana: Tesis presentada en opción del título de Máster en Gestión de la Propiedad Intelectual. OCPI; 2012.
28. García B, Delgado M, Infante M. Metodología para la generación y gestión del conocimiento para proyectos de I+D+i vista desde sus factores críticos. Rev Cubana Inform Cienc Sal. 2014;25(3):285-302.
29. Delgado M, Infante MB, Abreu Y. Vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación. La Habana: VI Simposio de Ingeniería Industrial y Afines. Convención Internacional de Ingeniería y Arquitectura. Palacio de las Convenciones; 2010.
30. Delgado M, Infante MB, Abreu Y, Infante O. Metodología de vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación. Rev CNIC Cienc Biol. 2010;41:5.
31. García B, Di Fabio JL. Información de patentes: impacto en el ciclo de vida de los proyectos de I+D+i. Costa Rica: Boletín ACOPI. Academia Costarricense de la Propiedad Intelectual; 2013.
32. Ramírez V. Generación de conocimiento a partir de la información científica y de patentes sobre nanoonions. La Habana: Tesis de Maestría en Gestión de la Propiedad Intelectual. Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI); 2013.
33. Giordani S. Functionalization of CNOs using diazonium chemistry and "click" chemistry. Org Lett. 2010;12:840-3.
34. Giordani S. Functionalization of carbon nano-onions for biomedical applications. Riva del Garda: ChemOnTubes; 2014.
35. Jinye Niu, Xu Wang M. Impact of carbon nanomaterials. Phys Status Solid. 2014:1-7.
36. Jianzheng. Luminescent nanoprobe for *in-vivo* bioimaging. Trends in Analytical Chemistry. 2014:112-19.

Recibido: 14 de mayo de 2015.

Aprobado: 15 de septiembre de 2015.

Beatriz Moraima García Delgado. Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN). La Habana, Cuba. Correo electrónico: beatrizgarcia@infomed.sld.cu

^aEsta variedad de especies se debe a que los átomos de carbono tienen una gran capacidad para formar enlaces covalentes de diferentes orientaciones y fortaleza (E. Reguera, 2009).

^b De estructura *cuasi* – esférica consistente en capas concéntricas semejantes a la de los fullerenos y que varían en un rango desde 2 y 3 capas hasta estructuras de multicapas (Sattler, 2011).

^c Los proyectos de I+D+i relacionados con las tecnologías emergentes dependen en gran medida de los activos intangibles, de los cuales el conocimiento es un factor primordial. Los términos "sociedad del conocimiento" y "economía del conocimiento" se insertan cada día más en un entorno globalizado y altamente competitivo.

^d Organización Mundial de la Propiedad Intelectual; Base de Datos PatentScope (<https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>).

^e Las Oficinas de Patentes siguen metodologías diferentes para seleccionar las citas de patentes y es por eso que, según el tipo de estudio que se desee realizar, se debe escoger para estudios de citaciones una oficina u otra. Una patente en diferentes países (familia de patentes) posee diferentes citas.

^f Estos resultados se corresponden con los obtenidos en "Generación de conocimiento a partir de la información científica y de patentes sobre nanoonions".³²

^g USPTO: Uspto.Gov: Search for Patents: <http://www.uspto.gov/patents/process/search/>

^h NANO CARBON MATERIALS LAB.