



Sectores económicos de potencial aplicación de las patentes de nanotecnologías en México

Guillermo Foladori*, Edgar Arteaga Figueroa*, Edgar Záyago Lau* Eduardo Robles Belmont**, Richard Appelbaum*** y Rachel Parker****

Recepción: 1 de julio de 2015
Aceptación: 22 de enero de 2016

*Universidad de Zacatecas, México,

**Universidad Nacional Autónoma de México, México.

***Universidad de California, Santa Bárbara, Estados Unidos.

****Universidad de Toronto, Canadá.

Correo electrónico: gfoladori@gmail.com; arteagafigueroa@gmail.com; zayagolau@gmail.com; roblesbelmont@yahoo.fr; richappelbaum@ucsb.edu; rachelariella@gmail.com

Parcialmente financiado por el Proyecto "Nanotechnology in the Mexican industrial policy. A comparative methodological framework" UC MEXUS-CONACYT Collaborative Grant, 2014-2015.

Este trabajo es uno de los resultados de tal proyecto.

Se agradecen los comentarios de los árbitros de la revista.



Resumen. Las nanotecnologías se investigan en México desde los noventa y se han expandido rápidamente a todos los sectores económicos. Uno de los indicadores más utilizados para medir la innovación y la competitividad es la patente. Al registrar una patente se le asigna uno o varios códigos bajo criterios técnicos-ingenieriles y para uso jurídico; sin embargo, se pueden establecer correlaciones entre estos códigos y los sectores económicos. En este estudio utilizamos el método DG de concordancia para establecer la clasificación sectorial de las 217 patentes mexicanas de nanotecnologías registradas entre 1993 y 2014. Concluimos que la mayoría de las patentes se desarrolla en sectores ligados a ciencia básica, y cuatro sectores económicos concentran más del 70% de las patentes.

Palabras clave: México, nanotecnologías, patentes, sectores económicos, método de concordancia

Potential Economic Sectors to Apply Nanotechnology Patents in Mexico

Abstract. Researchers have investigated nanotechnologies in Mexico since the nineties. Due to their disruptive characteristics these technologies have rapidly expanded to all economic sectors. One of the key indicators that measures innovation and competitiveness is the patent. Although patents rely on technical-engineering data that is classified by legal criteria, concordance methods can be used to identify potential economic application sectors. In order to adapt legal classification to economic indicators, several methods have been developed. We use the DG concordance method. We identified 217 Mexican nanotechnology patents addressed between 1993 and 2014. We conclude that most of the patents are linked to sectors related to basic science; and that four economic sectors concentrate more than 70 % of the patents.

Key words: Mexico, nanotechnology, patents, economic sectors, concordance method

Introducción

Las nanotecnologías constituyen una variedad de tecnologías que tienen en común la manipulación de la materia a escala atómica y molecular.¹ La importancia de estas tecnologías es que la materia por debajo de los 100 nanómetros manifiesta propiedades físico-químicas diferentes a la misma materia en tamaño mayor.² Esto ha permitido que las nanotecnologías

1. Las nanotecnologías pueden definirse como la ciencia, ingeniería y tecnología que trabaja la materia en nanoescala, que va de uno a 100 nanómetros aproximadamente. La nanociencia y nanotecnología implican la capacidad de ver y controlar los átomos y moléculas de forma individual (National Nanotechnology Initiative, 2015).
2. Se consideran nanomateriales aquellos que tienen una de sus dimensiones entre 1 y 100 nanómetros. En algunos materiales las propiedades novedosas se manifiestan aún en 200 y hasta 300 nanómetros.

se expandan rápidamente a todos los sectores económicos y, por ello, son consideradas tecnologías de propósito general (Bresnahan y Trajtenberg, 1995; Shea *et al.*, 2011).

Hoy en día existen en el mercado productos de las nanotecnologías en las más variadas ramas industriales (Tsuzuki, 2009),³ los gobiernos invirtieron más de 10 000 millones de dólares anuales en investigación y desarrollo en 2010 (Científica, 2011), las patentes se han disparado a nivel mundial pasando de 2 000 a principios de siglo a más de 20 000 en 2012 (Jordan *et al.*, 2014), y varias instituciones consideran que el alcance será tan amplio y profundo que se debe hablar de una nueva revolución tecnológica mundial (VVAA, 2014).

A pesar de la escasez de registros sobre la aplicación de las nanotecnologías en la industria, este artículo utiliza la información sobre patentes para estimar su posible aplicación a los diferentes sectores económicos en México.⁴ El propósito es estimar la orientación de la investigación y desarrollo en nanotecnologías mediante las patentes registradas en relación con los sectores económicos de potencial aplicación.

1. Patentes mexicanas de nanotecnologías

Las nanotecnologías se investigan en México desde los noventa. La investigación y desarrollo puede cristalizar en formas de propiedad intelectual que luego se comercializan en el mercado. La legislación protege la propiedad intelectual mediante patentes, derechos de autor y marcas.⁵ Las patentes son uno de los indicadores más utilizados para medir la innovación (Alencar *et al.*, 2007). Es necesario advertir, no obstante, que entre el registro de una patente y

su licenciamiento o aplicación en un producto final hay una gran distancia. Aunque es difícil saber el porcentaje de patentes que realmente se aplican en los procesos productivos hay estudios que indican que para Europa no sobrepasa 65% (Giuri *et al.*, 2007). Las patentes pueden ser analizadas desde diversas perspectivas. En este caso nos interesa identificar las patentes de inventores mexicanos. El procedimiento más aproximado de que se dispone para ello es clasificar las patentes según la residencia de los inventores. En este caso hemos seleccionado aquellas patentes de nanotecnologías que tienen al menos uno de sus inventores con dirección en México. Se analizan 20 años de patentes con inventores radicados en el país.

Luego de que varios países lanzaron iniciativas o programas nacionales de nanotecnologías, las aplicaciones y otorgamiento de patentes en el área se dispararon. Analistas calculan que las patentes de nanotecnologías aumentaron más de diez veces entre el 2000 y el 2012 en el mundo (Jordan *et al.*, 2014). Dado el incremento de patentes en nanotecnologías, la IPC (International Patent Classification) ha elaborado una categoría que permitió su clasificación en una subclase a partir de 2011, la B82Y. Esta subclase se subdivide, a su vez, en nueve grupos; pero esta nueva clasificación de patentes de nanotecnologías no cubre aquellas registradas antes del 2011, y tampoco cubre necesariamente todas las que se registran después, por lo cual hubo de aplicarse términos técnicos de búsqueda en la base de datos de la Oficina Europea de Patentes (OEP).

Existen diversas bases de datos de patentes. Para esta investigación se utilizó la base de datos de la Oficina Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés), una de las más grandes que existen, y que ofrece el servicio Espacenet de consulta. A partir de una búsqueda por palabras clave (anexo 1) de inventores con residencia en México se identificaron 217 patentes de nanotecnologías entre 1993 y 2014.⁶ Las patentes son uno de los indicadores más utilizados para medir innovación, competitividad, y otras dimensiones sociales, económicas y jurídicas. La gráfica 1 muestra la evolución de las patentes con inventores mexicanos en el periodo de estudio.

Puede verse que luego de un tímido crecimiento a comienzos del siglo XXI, que coincide con el desarrollo de estas patentes a nivel mundial, hay un rápido y significativo crecimiento a partir del 2009.

2. Representación económica sectorial de las patentes mexicanas en nanotecnologías

Al registrar una patente un revisor le asigna un código (o varios dependiendo de la institución de registro) que da cuenta de la potencial aplicación de la patente. Aunque

3. Hay aplicaciones de nanotecnologías en las tecnologías de las comunicaciones e información, en la biología, en la medicina, en la seguridad nacional, en la industria de la construcción, en la industria textil, en la metalmecánica, en el transporte y en el sector energético, entre otros (National Nanotechnology Initiative, 2015).
4. Una patente es un derecho de monopolio temporal y espacial sobre un proceso o producto que otorga el Estado a un inventor para que explote su invención. La patente sólo se puede registrar si ofrece conocimiento novedoso que pueda ser aplicado de manera industrial.
5. Por su propia naturaleza, las nanotecnologías son tecnologías "universales" que sirven de plataforma para la fabricación de procesos y productos en múltiples tecnologías e industrias. Si bien su carácter transectorial ha generado un enorme revuelo acerca de su potencial, esta misma cualidad plantea importantes retos a cualquiera que desee desarrollar y comercializar productos en este campo (OMPI, 2011).
6. La estrategia empleada consistió en efectuar diversas búsquedas cuyos términos no sean mayores a 10 palabras en los campos del título y los resúmenes de las patentes. Cada una de estas búsquedas arrojó resultados diferentes y fueron exportadas a una sola base de datos, en la cual se han eliminado las referencias repetidas (anexo 1).

este código responde a criterios técnicos-ingenieriles y está pensado para efectos de utilización jurídica, existen procedimientos para establecer correlaciones entre los códigos técnicos y los sectores económicos.⁷ Estos procedimientos se conocen como métodos de concordancia.⁸ En este estudio utilizamos la metodología DG de concordancia utilizada por la Eurostat (Van Looy *et al.*, 2014) para adjudicar códigos de clasificación económica a las patentes. Esto permite convertir las patentes de nanotecnologías con inventor mexicano de código IPC a sectores económicos. El resultado de la distribución al interior del sector manufacturero puede verse en el cuadro 1.

Las patentes mexicanas de nanotecnologías sólo cubren 15 sectores de la clasificación NACE, de un total de 27. El registro de invenciones mexicanas en nanotecnologías (patentes) deja fuera doce sectores económicos de la clasificación europea; es decir, en dichos sectores no ha habido innovación manifiesta en patentes en nanotecnologías. Estos sectores manufactureros sin patentes son bebidas, tabaco, textiles, vestimenta, madera y productos de mimbre, impresión, grabación y reproducción de medios de comunicación, vehículos y otros equipos de transporte, muebles, ingeniería civil y computación.

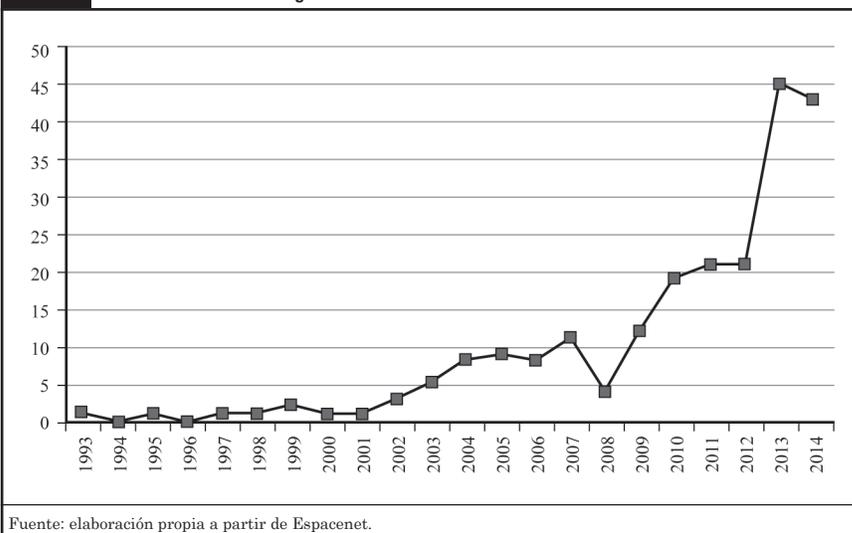
De los sectores manufactureros representados, el que concentra más patentes es Manufacture of Chemicals and Chemical Products, sombreado en el cuadro 1, y con 41% del total. Esto da idea de que la mayoría de las patentes se ubican en investigación básica y en un campo científico bastante consolidado en el país. Si se le suma a este sector los dos que le siguen en cantidad de patentes (Manufacture of Basic Pharmaceutical Products and Pharmaceutical Preparations y Manufacture of Computer, Electronic and Optical Products) tenemos algo más de 70% del total de las patentes mexicanas. Este hecho señala una fuerte presencia en las áreas de química básica, fármacos y electrónicos, óptica y computación, pero coincidiendo con investigación básica. Sigue con 8.29% el sector de Manufacture of other Non-Metallic Mineral Products con lo cual, sumado

a los anteriores, llega casi a 80 % del total de patentes en nanotecnologías. De manera que la investigación de nanotecnologías en México, analizada mediante patentes con inventores radicados en el país, muestra una clara orientación a la investigación básica y concentrada en la manufactura de productos químicos, fármacos y electrónicos.

Análisis prospectivo

Los resultados encontrados permiten ver que en México todavía falta un buen camino para que la investigación y desarrollo alcance las fases de aplicación de la materia prima y productos intermedios a los productos de consumo final. Suena lógico pensar que la mayoría de los productos de la nanotecnología que se encuentran en el mercado mexicano son importados o bien producidos nacionalmente a partir de invenciones extranjeras. Esto permite cuestionar si, debido al atraso relativo de la investigación y desarrollo de

Gráfica 1. Patentes de nanotecnologías con inventores mexicanos.



7. Para el caso de las patentes en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual, véase la guía para la solicitud de patentes: <http://www.impi.gob.mx/patentes/Paginas/GuiaPatentesModelosUtilidad.aspx>
8. Existen básicamente dos enfoques en los métodos de concordancia: uno basado en correlaciones de frecuencia estadística y la otra basada en clasificación de términos por expertos apoyados por encuestas. Los principales métodos de concordancia son a) MERIT, que liga la patente a la industria de origen más relacionada (Verspagen *et al.*, 1994), b) DG (Schmoch *et al.*, 2003), basada en correlaciones técnicas de expertos apoyadas por muestreos estadísticos y adoptada recientemente por la Eurostat para establecer una comparación entre la IPC y la clasificación Europea NACE (Van Looy *et al.*, 2014), c) Yale Technology Concordance (YTC) utiliza la base de datos de la CIPO (Canadian Intellectual Property Office) para elaborar un modelo que determine la probabilidad de que un código IPC llegue a ser producido por determinado sector manufacturero y usado en otro sector económico (Kortum y Putnam, 1997), d) OECD Technology Concordance (OTC), que utilizó el modelo YTC para establecer una tabla de concordancia entre la IPO y la ISIC (United Nations, 2008; Johnson, 2002). La metodología DG aquí utilizada es la que usa actualmente el sistema estadístico de la Unión Europea.

las nanotecnologías que se ubica en las primeras etapas de una cadena de valor, podrá desarrollarse una industria nacional de nanotecnologías sin un programa de política de ciencia y tecnología, que a la fecha no existe en el rubro, y que oriente hacia sectores específicos. En pocas palabras, para aprovechar este creciente desarrollo de las nanotecnologías debe plantearse una iniciativa o plan nacional, desde las instituciones federales de ciencia y tecnología, que establezca prioridades a resolver y que además se planteen metas y plazos para la resolución de tales problemáticas. Sin una estrategia gubernamental de dirección de las nanotecnologías, el panorama sugiere una maquilización de la actividad científica que no despegaría de ser manufacturera de insumos básicos.

Además, el rápido crecimiento de las nanotecnologías está rebasando a los sistemas de registro de patentes. En los Estados Unidos, por ejemplo, la solicitud de una patente en nanotecnología podía durar años en otorgarse, cuando el plazo normal es de 18 meses, con los consecuente altos costos legales (Washburn, 2009). Además, debido a las características de las nanotecnologías, surge el problema de las patentes encadenadas que generan una maraña de patentes interconectadas y con pleitos legales por superposición. También ésta es una causa de la concentración de patentes, por lo cual surgen los paquetes de patentes relacionadas (*patent pool*) que sólo las grandes corporaciones pueden comprar.

Con estos elementos de por medio la prospectiva que planteamos es que, debido al rápido crecimiento de las nanotecnologías a nivel mundial se debe a) encaminar los desarrollos de las nanotecnologías a la resolución de problemas específicos del país mediante una estrategia nacional de nanotecnologías y b) se deben establecer criterios para clasificar adecuadamente los desarrollos nanotecnológicos, lo que permitiría evitar conflictos en el registro de patentes. Lo anterior ofrece la posibilidad de despegar de la producción de materia prima a otras áreas, como la ciencia aplicada.

Conclusiones

Al igual que en el resto del mundo las investigaciones en nanotecnologías en México comienzan en los noventa del siglo xx. La primera patente registrada con inventor radicado en México es de 1993. Sin embargo, han de pasar quince años hasta que las patentes en nanotecnologías comiencen un rápido y significativo crecimiento; de manera que entre 2009 y 2014 hay un *boom* de registro de patentes mexicanas.

A pesar de que las patentes no reflejan directamente el sector económico que pueden apoyar, diversos métodos de correlación entre códigos técnicos de registro de patentes y sectores económicos han permitido estimar la potencial

Cuadro 1. Patentes de nanotecnologías en México según concordancia con sectores económicos.

| Sectores y número de usos (códigos) registrados bajo la clasificación NACE* para las patentes en nanotecnologías en México por sector | | | | |
|---|-----------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Núm. | Número NACE de sector | Nombre del sector | Número total de patentes por Sector | Porcentaje de patentes por sector |
| 1 | 10 | Manufacture of Food Products | 3 | 1.38 |
| 2 | 15 | Manufacture of Leather and Related Products | 1 | 0.46 |
| 3 | 17 | Manufacture of Paper and Paper Products | 1 | 0.46 |
| 4 | 19 | Manufacture of Coke and Refined Petroleum Products | 4 | 1.84 |
| 5 | 20 | Manufacture of Chemicals and Chemical Products | 90 | 41.47 |
| 6 | 21 | Manufacture of Basic Pharmaceutical Products and Pharmaceutical Preparations | 33 | 15.21 |
| 7 | 22 | Manufacture of Rubber and Plastic Products | 6 | 2.76 |
| 8 | 23 | Manufacture of Other Non-Metallic Mineral Products | 18 | 8.29 |
| 9 | 24 | Manufacture of Basic Metals | 5 | 2.30 |
| 10 | 25 | Manufacture of Fabricated Metal Products, except Machinery and Equipment | 7 | 3.23 |
| 11 | 26 | Manufacture of Computer, Electronic and Optical Products | 31 | 14.29 |
| 12 | 27 | Manufacture of Electrical Equipment | 3 | 1.38 |
| 13 | 28 | Manufacture of Machinery and Equipment NEC.** | 8 | 3.69 |
| 14 | 32 | Other Manufacturing | 6 | 2.76 |
| 15 | 43 | Specialised Construction Activities | 1 | 0.46 |
| Total | | | 217 | 100 00 |

Notas: *NACE Clasificación estadística de actividades económicas en la comunidad Europea (por sus siglas en francés). Disponible en [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_\(NACE\)](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_(NACE)). **Not Elsewhere Classified.

Fuente: elaboración propia a partir de códigos IPC de Espacenet y de códigos NACE, según método DG de concordancia.

aplicación económica de las patentes. En este estudio hemos utilizado el método DG de concordancia para establecer la clasificación sectorial de las 217 patentes registradas entre 1993 y 2014 en la base de datos de la Oficina Europea de Patentes, una de las más amplias que existen.

El resultado del procedimiento de concordancia con sectores económicos muestra que la investigación de las nanotecnologías en México se da mayoritariamente en ciencia básica, y que tres sectores manufactureros concentran la potencial aplicación de más de 70% de las patentes

en nanotecnologías: la manufactura de químicos y productos químicos (41%), la manufactura de productos básicos farmacéuticos y preparaciones farmacéuticas (15%) y la manufactura de productos de computación, electrónicos y ópticos (14%).

Estos resultados indican que la investigación de las nanotecnologías en México manifiesta en patentes se ubica en los sectores más ligados a la producción básica de materia prima, sea en la propia materia prima nanotecnológica o en su funcionalización.



Referencias

- Alencar, M. S. M., Porter, A. L. y Antunes, A. M. S. (2007). Nanopatenting patterns in relation to product life cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(9), 1661-1680. Disponible en <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.002>
- Bresnahan, T. F. y Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies “Engines of growth”? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108. Disponible en [http://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](http://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
- Cientifica (2011). *Global nanotechnology funding 2011*. Disponible en <http://www.cientifica.com/research/whitepapers/global-nanotechnology-funding-2011/>
- Giuri, P., Mariani, M., Brusoni, S., Crespi, G., Francoz, D., Gambardella, A., Verspagen, B. (2007). Inventors and invention processes in Europe: results from the PatVal-EU survey. *Research Policy*, 36(8), 1107-1127. Disponible en <http://doi.org/10.1016/j.respol.2007.07.008>
- Johnson, D. K. (2002). The OECD Technology Concordance (OTC) (OECD *Science, Technology and Industry Working Papers*). Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponible en <http://www.oecd-ilibrary.org/content/workingpaper/521138670407>
- Jordan, C. C., Kaiser, I. N. y Moore, V. C. (2014). 2013 Nanotechnology patent literature review: Graphitic carbon-based nanotechnology and energy applications are on the rise. *Nanotechnology Law y Business*, 11(2), 111-125.
- Kortum, S. y Putnam, J. (1997). Assigning patents to industries: Tests of the Yale technology concordance. *Economic Systems Research*, 9(2), 161-176. Disponible en <http://doi.org/10.1080/09535319700000011>
- National Nanotechnology Initiative. (17 de diciembre de 2015). What is Nanotechnology? Disponible en : <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>.
- OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) (2011). Patentar la nanotecnología: análisis de sus complejidades. *Revista de la OPMI*, 2. Disponible en http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2011/02/article_0009.html. Accesado: dic., 17, 2015.
- Schmoch, U., Laville, F., Patel, P., y Frietsch, R. (2003). Linking Technology Areas to Industrial Sectors. Final Report to the European Commission. *DG Research*. Disponible en ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/indicators/docs/ind_report_isi_ost_spru.pdf
- Shea, C. M., Grinde, R., y Elmslie, B. (2011). Nanotechnology as general-purpose technology: empirical evidence and implications. *Technology Analysis & Strategic Management*, 23(2), 175-192. Disponible en <http://doi.org/10.1080/09537325.2011.543336>
- Tsuzuki, T. (2009). Commercial scale production of inorganic nanoparticles. *International Journal of Nanotechnology*, 6(5), 567-578. Disponible en <http://doi.org/10.1504/IJNT.2009.024647>
- United Nations. (2008). *International Standard industrial classification of all economic activities (ISIC)*, 4. New York: United Nations.
- Van Looy, B., Vereyden, C. y Schmoch, U. (2014). Patent Statistics: Concordance IPC V8- NACE, 2. Eurostat. Disponible en https://circabc.europa.eu/d/d/workspace/SpacesStore/d1475596-1568-408a-9191-426629047e31/2014-10-16-Final%20IPC_NACE2_2014.pdf
- Verspagen, B., Van Moergastel, T. y Slabbers, M. (1994). MERIT concordance table: IPC ISIC 2. MERIT Research Memorandum 2/94-004. Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology.
- VVAA (2014). Foresight Review of Nanotechnology. Lloyd’s Register Foundation. Disponible en <http://www.lrfoundation.org.uk/publications/nanotech.aspx>
- Washburn, D., The long wait for innovation. Voice of San Diego (2009)

Anexo 1. Patentes de nanotecnología 1993-2014

| Búsqueda | Palabras clave | Referencias |
|----------|---|-------------|
| 1 | Fullerene* or Nanonetwork* or Nanobelt* or Nanoparticle* or Nanobiology or Nanopatterning or Nanobiotechnolog* or Nanophase* or Nanocatalys* | 87 |
| 2 | Nanophotonic* or Nanocomposit* or Nanopigment* or Nanocorn* or Nanoporosit* or Nanocrystalline* or nanocrystal* or Nanopowder* | 25 |
| 3 | Nandropolet* or Nanorod* or Nanodrug* or Nanoscale or Nanoelectronic* or Nanosieve* or "Nanoeletromechanical systems" | 4 |
| 4 | Nanosiz* or Nanoemulsion* or Nanosphere* or Nanoengineer* or Nanostructur* or Nanofabrication | |
| 5 | Nanotechnolog* or Nanofiber* or Nanotemplate* or Nanofilter* or Nanotribology or Nanohybrid* or Nanotube* or Nanoin- dentation | 28 36 |
| 6 | Nanowire* or Nanolithograph* or Quantum-dot* or Quantumdot* or "Quantum-dot"* or Nanomaterial* or Quantum-wire* or quantumwire* or "Quantum wire"* or Nanomedicine or Quasi-crystal* or Quasicrystal* or "Quasi crystal"* or Nanome- trology or Spintronics | 10 |
| 7 | Nanoporou* or thinfilm* or "thin-film"* or "sol gel" or sol-gel or solgel or nm or nanometer* | 80 |
| 8 | "electron microscop*" or "atom* force microscop*" or "tunnel* microscop*" or "molecular bean epitaxy" | 15 |
| 9 | "scanning probe microscop*" or "scanning electron microscop*" or "energy dispersive X-ray" | 8 |
| 10 | "Xray photoelectron"* or "electron energy loss spectroscop*" or "reflectance spectroscop*" or "raman spectroscop*" or "electron spin resonance" or "scanning probe microscop*" or "extreme-ultraviolet lithography" | 1 |
| 12 | "nuclear magnetic resonance" or "optical lithograph"* or "soft lithograph"* or "scattering spectroscop"* | 2 |
| Total | Resultados sin duplicados | 217 |

Fuente: elaboración propia.