



DESARROLLO

La Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS) reúne en este libro trabajos de sus miembros en diferen-

tes países de América Latina. El tema central son las transferencias de tecnología entre la I + D y la producción de nanotecnologías. Se incluyen análisis a nivel de país, casos concretos, datos estadísticos de patentes y de innovación, inventario de empresas de nanotecnología.

Publicaciones previas de la RED LATINOAMERICANA DE NANOTECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

- *Nanotecnologías disruptivas* (Miguel Ángel Porrúa, 2006)
- *Las nanotecnologías en América Latina* (Miguel Ángel Porrúa, 2008)
- *Nanotecnologías en la alimentación y agricultura* (CSEAM, 2008)
- *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (Miguel Ángel Porrúa, 2012)
- *Social and Environmental Implications of Nanotechnology Development in Africa* (ReLANS/IPEN, 2012)
- *Las nanotecnología en Uruguay* (Espacio Interdisciplinario, Universidad de la República Uruguay, 2013)
- *Social and Environmental Implications of Nanotechnology Development in Asia-Pacific* (NTN/vReLANS/IPEN, 2013)
- *Nanotecnologías en América Latina: trabajo y regulación* (Miguel Ángel Porrúa, 2015)



Investigación y mercado de nanotecnologías

Investigación y mercado de nanotecnologías en América Latina

Guillermo Foladori
Noela Invernizzi
Edgar Záyago Lau
Coordinadores

MAPorrúa
librero-editor • México



UNIVERSIDAD DE ZACATECAS



SEDE ESTUDIOS CRÍTICOS DEL DESARROLLO



SEDE ESTUDIOS CRÍTICOS DEL DESARROLLO



UNIVERSIDAD DE ZACATECAS



MAPorrúa
librero-editor • México

Investigación y mercado de nanotecnologías en América Latina

Guillermo Foladori
Noela Invernizzi
Edgar Záyago Lau
Coordinadores



MÉXICO

2016

Esta investigación, arbitrada por pares académicos,
se privilegia con el aval de la institución coeditora.

620.5098

162

Investigación y mercado de nanotecnologías en América Latina / [coordinado por] Guillermo Foladori ; Noela Invernizzi ; Edgar Záyago Lau – 1ª ed. – [Zacatecas, Zac.] : Universidad de Zacatecas ; Ciudad de México : Miguel Ángel Porrúa, 2016
254 p. : il., mapas ; 17 × 23 cm. -- (Serie Estudios Críticos del Desarrollo)

ISBN 978-607-524-037-4

1. Nanotecnología -- América Latina. 2. Ciencia y tecnología -- Investigación -- América Latina. 3. Desarrollo económico -- Ciencia y estado -- América Latina. 4. Nanotecnología -- Aspectos económicos

Primera edición, junio del año 2016

© 2016

UNIVERSIDAD DE ZACATECAS

© 2016

Por características tipográficas y de diseño editorial
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Derechos reservados conforme a la ley
ISBN 978-607-524-037-4

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito de GEMAPORRÚA, en términos de lo así previsto por la *Ley Federal del Derecho de Autor* y, en su caso, por los tratados internacionales aplicables.

IMPRESO EN MÉXICO



PRINTED IN MEXICO

LIBRO IMPRESO SOBRE PAPEL DE FABRICACIÓN ECOLÓGICA CON BULK A 80 GRAMOS
www.maporrua.com.mx
Araguaya 4, San Ángel, Álvaro Obregón, 01000, Ciudad de México

Patentes e innovación de nanotecnología en México*

Eduardo Robles Belmont**

Guillermo Foladori***

Edgar Ramón Arteaga Figueroa****

Richard Appelbaum*****

Edgar Záyaogo Lau*****

Rachel Parker*****

Introducción

Este capítulo presenta los resultados de una investigación sobre patentes en nanotecnología en México. Más específicamente, se utilizan las patentes sobre nanotecnología para inferir en qué sectores económicos se realiza Investigación y Desarrollo (I+D), y si la investigación está orientada a ciencia básica o a ciencia aplicada.

Para alcanzar tales objetivos se utilizaron tres metodologías sucesivas. Primero, una metodología para identificar las patentes en nanotecnología con participación mexicana en la invención. Luego se aplicó una metodología con concordancia de términos técnicos a sectores económicos. Por último, se elaboró una metodología para ubicar las patentes en una cadena de valor de las nanotecnologías.

Consideramos que el procedimiento puede ser replicado para otros países sin mayores ajustes.

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

**Instituto de Investigaciones Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. Universidad Nacional Autónoma de México.

***Unidad Académica en Estudios del Desarrollo. Universidad Autónoma de Zacatecas.

****Becario Conacyt.

*****Center for Nanotechnology in Society. Universidad de California Santa Barbara.

*****Unidad Académica en Estudios del Desarrollo. Universidad Autónoma de Zacatecas.

*****Mowat Centre, School of Public Policy and Governance. Toronto University.

Uno de los elementos centrales del discurso sobre la promoción y el desarrollo de las nanotecnologías ha sido su potencial económico. Nuevos productos de las nanotecnologías se encuentran en diversos sectores industriales, mostrando un importante crecimiento (Lauterwasser, 2005). La presencia de productos en el mercado es una realidad, como lo muestra la lista de más de 1,800 productos manufacturados con base a nanotecnologías que han sido inventariados por el Project on Emerging Nanotechnologies del Woodrow Wilson International Center for Scholars (wwics, 2015a). El interés de gobiernos en el desarrollo de las nanotecnologías sigue vigente, como se refleja en el financiamiento destinado para el 2016 en la Iniciativa Nacional para la Nanotecnología de Estados Unidos, que será de 1.5 mil millones de dólares, y donde uno de los objetivos centrales es fomentar la transferencia de estas tecnologías a productos para el beneficio comercial y público (National Nanotechnology Initiative, s.f.).

La transferencia de tecnología es elemento clave en el proceso de innovación; y el análisis de las patentes un medio para analizar la trayectoria de los países en este campo (Alencar, Porter y Antunes, 2007). Varios estudios que dan cuenta del estado de desarrollo de estas tecnologías se han publicado, y se constata que los países industrializados concentran la producción y uso de conocimientos nuevos en las nanotecnologías. En el caso de México, diversos estudios se han centrado en caracterizar las capacidades científicas instaladas, las cuales pueden ser base del desarrollo de estas tecnologías (Munoz-Sandoval, 2013; Robles-Belmont y Vinck, 2011; Záyago, Frederick y Foladori, 2014). Sin embargo, el estado de la transferencia de tecnología ha sido poco abordado (Robles-Belmont y De Gortari, 2014; Záyago, Foladori y Arteaga, 2012). Este capítulo pretende llenar esta laguna.

A ya más de 20 años de I+D en nanotecnologías en México hay un par de centenas de patentes registradas en diferentes bases de datos. Estas patentes brindan información técnica sobre el área de investigación y su potencial aplicación. Sin embargo, para efectos de análisis económico esta información técnica es de poca utilidad en forma directa. Existen, no obstante, diversos métodos, llamados métodos de concordancia, para establecer equivalencias razonables entre la información técnica y la sectorización económica. La investigación que dio como resultado este informe utilizó el sistema DG de concordancia, aplicado, entre otros, por la Oficina de Estadística de la Unión Europea (Van Looy, Vereyen y Schmoch, 2014). Además de registrar sectores económicos de I+D en nanotecnología, se estableció un procedimiento para correlacionar las patentes según su uso potencial en una cadena de valor simple de nanotecnologías. Con ello, este documento

ofrece información actualizada a tres niveles. Primero, una búsqueda y presentación de patentes en nanotecnología de invención mexicana. Segundo, una distribución de la I+D que dio lugar a estas patentes, según los sectores económicos. Tercero, una evaluación del lugar potencial de los usos derivados de las patentes en la cadena de valor de las nanotecnologías.

El trabajo se divide en tres apartados. En el primero se realiza una reflexión teórica sobre las patentes, particularmente en lo que tiene que ver con la utilidad para el análisis económico que éstas pueden brindar. En el segundo se reseñan los principales métodos de concordancia entre términos técnicos registrados en las patentes y sectores económicos. En el tercero se explica la metodología utilizada en la investigación, que abarca tres métodos, cada uno apropiado al subtema tratado.

Para alcanzar tales objetivos, se utilizaron tres metodologías sucesivas. Primero, se empleó una metodología para identificar las patentes en nanotecnología con participación mexicana en la invención. Luego, se aplicó una metodología de concordancia de términos técnicos en sectores económicos. Por último, se elaboró una metodología para ubicar las patentes en una cadena de valor de las nanotecnologías. Finalmente, consideramos que el procedimiento puede ser replicado para otros países sin mayores ajustes.

Las patentes en nanotecnología desde una perspectiva económica

Las nanotecnologías son consideradas tecnologías de propósito general (*enabling technologies*), posibles de ser aplicadas a cualquier sector económico (Bresnahan y Trajtenberg, 1995; Shea, Grinde y Elmslie, 2011). Como se trata de tecnologías nuevas o emergentes, las bases de datos para su estudio son reducidas, y tampoco hay registros exhaustivos de empresas que producen con nanotecnologías.¹ Dadas estas limitaciones, las patentes constituyen una de las fuentes de datos clave, que puede brindar información sobre la orientación en el desarrollo de las nanotecnologías y la transferencia del conocimiento a la producción (OECD, s.f.).² La estructura de las bases de da-

¹Algunos países tienen listas parciales sobre las empresas que trabajan con nanotecnología, como Alemania (BBF, s.f.); Canadá (Government of Canada, 2002); Argentina (FAN, 2012); algunos estados o provincias también tienen listas, como Ontario, Quebec y Alberta en Canadá (AITEF, 2010); California y Massachusetts en los Estados Unidos (Azonano.com, s.f.; Frederick, s.f.); también hay listas de productos en el mercado (TAENK, s.f.; WWICS, 2015b).

²Los indicadores basados en patentes son un instrumento único —a veces el único instrumento— para rastrear el crecimiento de las tecnologías emergentes (*e.g.* nanotecnología, biotecnología). Los datos de patentes pueden ser usados en conjunto con datos sobre publicaciones científicas.

tos de patentes permite obtener datos sistemáticos de éstas, y el desarrollo de una estrategia de búsqueda adecuada puede arrojar datos que reflejen el campo tecnológico que se estudia.

Las patentes no son, sin embargo, indicadores económicos directos; son registros jurídicos orientados a defender legalmente los intereses de sus poseedores. Indirecta y secundariamente las patentes son usadas para otros fines. Así, por ejemplo, la información que una patente registra puede servir para apoyar otras innovaciones y desarrollos tecnológicos; también las patentes son usadas como indicadores aproximados de innovación tecnológica, de transferencia de tecnología, de desarrollo sectorial y de competitividad. De hecho, todo el paradigma de la economía del conocimiento sugiere que la innovación productiva es la clave del desarrollo y, por ello, las patentes se han convertido en un indicador destacado; pero los usos que las patentes posibilitan fuera del ámbito legal requieren de mediaciones para ser utilizados.

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. Al registrar una patente se está ofreciendo la información necesaria para que cualquiera pueda aplicarla, una vez negociado su uso. Se supone que la patente es un premio que incentiva al inventor y, eventualmente, compensa gastos de I+D que de otra forma no se realizarían.

Desde ese punto de vista, la patente es un instrumento legal que apoya el desarrollo. Esto es controversial, ya que no está claro que los beneficios sociales sean mayores con la existencia de patentes que sin este procedimiento legal, aunque sean mayores los beneficios para los poseedores de las patentes.³ El ejemplo de las nanotecnologías es elocuente. Las nanotecnologías surgen en un momento histórico de expansión de la globalización económica y la concentración del capital, ocurrido desde la década de los noventa; como consecuencia, existe una fuerte concentración de las patentes en nanotecnología en pocas corporaciones transnacionales, lo cual levanta la duda de si la patente sirve a la equidad económica y a la innovación

³Cuando, por ejemplo, se otorgan patentes generales, éstas pueden entorpecer el proceso de innovación, como reconocían los mismos empresarios a mediados de la primera década de este siglo cuando hubo un *boom* del patentamiento en nanotecnología sin mayores precauciones. “In 2002 the US-based industry trade group Nanotechnology Business Alliance was already warning in testimony before the US Congress “several early nanotech patents are given such broad coverage, the industry is potentially in real danger of experiencing unnecessary legal slowdowns” (Bawa, Bawa y Maebious, 2005; Regalado, 2004).

de pequeñas y medianas empresas. En Estados Unidos, y hasta el 2008, sólo dos instituciones concentraban más de 100 patentes: IBM y University of California (Chen *et al.*, 2008).

Aun considerando que la patente favorece la innovación, no es un indicador directo de innovación y, en el mejor de los casos, es un indicador complementario. Por diferentes motivos es imposible saber la cantidad de invenciones e innovaciones que no se patentan —entre ellas por los costos de patentar y mantener la vigencia de las patentes, o porque el secreto comercial es más conveniente u otras razones.⁴ Hay estudios que muestran que mientras en algunas ramas económicas como la química, farmacéutica, productos minerales o equipo médico el porcentaje de innovaciones patentadas es alto, en otras ramas como textiles, vidrio, acero, máquinas herramienta, o componentes electrónicos la tendencia a patentar es menor, y ello no asegura que haya mayor innovación en las primeras ramas que en las segundas (Cohen, Nelson y Walsh, 2000).

Además de haber innovaciones que no se patentan, las invenciones patentadas no son garantía de innovación. Existe un debate sobre patentes de *software* consideradas “triviales”, por su obviedad.⁵ Otras patentes, aunque teóricamente útiles, nunca se comercializan por diversas razones técnicas y de mercado. Es difícil conocer la relación entre cantidad de patentes y patentes comercializadas, ya que la comercialización es un contrato privado que no se divulga; además de que el propio inventor puede usar su patente productivamente sin necesidad de comercializarla.^{6, 7}

Pero, aún en el caso de patentes comercializadas, no es sencillo establecer la relación de la patente con el valor generado. En términos corrientes se supone que una patente es una innovación, y que la innovación potencia

⁴El documento de la OCDE sobre patentes revisa varias encuestas y muestra cómo el porcentaje de invenciones patentadas es muy desigual por sectores económicos (a veces de 25 al 75 por ciento) (OCDE, 2010). Un porcentaje de 50 por ciento de invenciones patentadas podría ser considerado alto.

⁵Véase http://en.wikipedia.org/wiki/Software_patent_debate

⁶Las transacciones de mercado basadas en patentes sólo corresponden a una pequeña parte de todo el comercio de conocimiento. Ellas incluyen dos clases principales de activos relacionados a patentes y tecnologías: el propio título de la patente y el derecho a usar patentes (licencias de varios tipos). No hay sistema estadístico que ofrezca una estimación estable y comprehensiva de las transacciones que incorporan tal tipo de activos. De hecho muchas de ellas son privadas y realizadas de manera personal en lugar de la bolsa” (Guellec y Meniere, 2014: 16).

⁷“Sabemos muy poco respecto de si la patente es usada o no, si es licenciada, o si es desarrollada en un nuevo producto por su aplicante” (Giuri, Mariani, Brusomi, Crespi *et al.*, 2007: 1108). Según la encuesta de PatVal en Europa 36 por ciento de las patentes no se usan, sea que se retienen para bloquear competidores (18.7 por ciento), o están “durmiendo” (17.4 por ciento) (Giuri *et al.*, 2007: 1118).

la competitividad y el desarrollo. Sin embargo, una patente refleja una innovación de procedimiento o material, pero nada dice sobre el valor que dicha patente puede generar o apropiarse; y lo que interesa al desarrollo desde el punto de vista económico no es la transformación material sino la generación de valor que produce. Una patente puede, inclusive, desatar negocios millonarios sin generar valor alguno, como cuando se lleva a juicio a una empresa por infringir una patente y se desatan costos jurídicos por el juicio; costos que no generan ningún nuevo valor ni resulta en innovación alguna, pero que puede significar la ruina de algunas empresas, como ocurrió en el caso de empresas de nanotecnología. Christiansen, Maebius, Radomsky y Rutt (2009) escriben sobre la empresa de nanotecnología Evident Technologies Inc., que se fue a la quiebra como resultado de tener que pagar a sus abogados un millón de dólares por litigio de patente, lo que representaba más de un cuarto del total de sus bienes de capital; también sobre Luna Innovations Inc, otra empresa de nanotecnología que se fue a la quiebra luego de que el jurado le imputó 36 millones de dólares de pago por infracción de secretos comerciales, lo que representaba casi el doble de los 20 millones de dólares que la empresa tenía en bienes de capital. Difícilmente puede argumentarse que todo este capital que se moviliza en la esfera financiera y alrededor de transacciones de títulos de propiedad, tiene algún tipo de contrapartida en la innovación.

El crecimiento espectacular de las patentes en nanotecnología durante la primera década del siglo creó un caos en los sistemas de patentes. En 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 consecuentes altos costos legales (Washburn, 2009). Otro resultado fueron las patentes encadenadas, que generan una maraña de patentes interconectadas y con pleitos legales por superposición, y una gran presión de los dueños de patentes por controlar que no se violen. Se le llama cuello de botella cuando el propietario de una patente infringe otra patente al aplicar la suya, y ambas partes deben de llegar a acuerdos para poder comercializar un producto (Bednarek e Ineichen, 2005). También ésta es una causa de la concentración de patentes, surgiendo los paquetes de patentes relacionadas (*patent pool*) que sólo las grandes corporaciones pueden comprar.⁸

⁸“The acquisitions of Nortel’s portfolio of 6,000 patents by a consortium led by Apple and Microsoft, and of Motorola Mobility’s 17,000 patents by Google (as part of a corporate acquisition) in summer 2012, are striking illustrations of this evolution” (Guellec y Meniere, 2014: 11).

Un estudio concluye que casos de litigio iniciados por entidades no-practicantes entre 1997 y 2000 han llevado a una disminución de cerca de 320 mil millones de dólares del mercado de valores de Estados Unidos de las compañías demandadas (Bessen, Ford y Meurer, 2011; Madiès, Guellec y Prager, 2014: 14 citando a Bessen *et al.*).⁹

Hay tres formas básicas en que la patente puede convertirse en dinero. La primera es la venta de la patente misma con sus derechos. La segunda es el licenciamiento, lo cual tiene diferentes variantes, siendo la más común el licenciamiento por un determinado tiempo y acotado a un espacio geográfico, pero que puede incluir muchas modalidades y restricciones. La tercera forma es cuando un paquete de patentes se utiliza como garantía para obtener un préstamo. Entre estas formas existe una variedad de mecanismos híbridos:

A lo largo de la última década, el mercado de las patentes ha florecido. Intermediarios de patentes, corredores de bolsa y otros agentes han desarrollado un fondo líquido y derechos de patentes, incluyendo derechos de licencia, pactos de no demanda y otros híbridos. Estos productos son negociados, vendidos, comprados, cambiados, intercambiados, consorciados, arrendados y dispuestos a cualquier otra acción, bien o propiedad (McClure, 2014).

Tampoco el hecho de que una patente se comercialice significa que vaya a ser empleada productivamente ya que, a pesar de las leyes que lo prohíben,¹⁰ muchas corporaciones compran patentes con el solo propósito de evitar la competencia (Cohen, Nelson y Walsh, 2000). El resultado es que mucho conocimiento cristalizado en patentes nunca llega a transformarse en productos, con lo cual ese conocimiento no es indicador de innovación ni desarrollo. Según una investigación realizada sobre las patentes de la Unión Europea:

A survey carried out in Europe concludes for instance that about one-third of European patents granted are not exploited, either because they are used

⁹Entidades no practicantes (NPE, por sus siglas en inglés) son firmas que no producen bienes, pero adquieren patentes con el propósito de licenciarlas a otros. La estimativa de Bessen *et al.*, ha sido criticada por otros autores (por ejemplo Katznelson, 2013); pero el hecho es que Federal Trade Commission comenzó a investigar el caso a finales de 2013 por el carácter financiero no productivo de estas entidades llamadas también PAE (Patent Assertion Entities). Disponible en <http://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2013/09/ftc-seeks-examine-patent-assertion-entities-their-impact>

¹⁰Por ejemplo, leyes contra monopolio de la Comisión Europea Número 772/2004.

as weapons to block competitors, or because the underlying technology is not exploitable in the market (Gambardella, Giuri y Luzzi, 2007: 34 citado por Caillaud y Ménière).

Los ejemplos anteriores son ilustrativos de la inexistencia de una correlación directa o mecánica entre patente e innovación, o patente y competitividad o patente y desarrollo. Pero, considerando sus limitaciones e intermediaciones las patentes pueden utilizarse como indicadores económicos.¹¹ Una patente que sea ampliamente citada por otras patentes de varios campos tecnológicos diferentes es indicativa, por ejemplo, de que la invención que sugiere es de propósito general; este ha sido un criterio para identificar las llamadas tecnologías de propósito general, dentro de las cuales las nanotecnologías son uno de los ejemplos de mayor actualidad.

Utilización de las patentes para el análisis económico mediante concordancia de códigos

Las patentes se relacionan con el sistema económico de muchas formas. En términos generales hay cuatro grandes campos inmediatos de relación. El primero es el sector de origen de la patente. Esto nos permite distinguir si la patente se originó en un laboratorio químico, en un ámbito de ingeniería u otro sector. El segundo es el sector que convierte la patente en un producto o proceso aplicable; si, por ejemplo, la patente sirve para un dispositivo micro o nano electrónico comandado por radio, es el sector electromecánico el que se va a beneficiar una vez que aplique dicha patente y genere un Mems/Nems adecuado. El tercero es el sector que aplica el proceso o producto. Si el Mems/Nems en cuestión es utilizado por el sector aeronáutico, ahí tenemos otra relación directa de la patente con la economía, pero ahora, con el usuario final. Otro ejemplo puede ser un plaguicida. Éste es inventado en un laboratorio químico; luego es elaborada una máquina para que pueda ser aplicado; y, por último es empleado en la agricultura. La patente en cuestión atraviesa en su impacto tres sectores diferentes de manera directa: químico, metal mecánico y agrícola. Según el interés del investigador la patente será analizada de forma diferente. Si el interés es ver cómo la I+D impulsa la innovación, estamos en el primer paso. Si el interés es cómo la

¹¹“Griliches’ observation of almost two decades ago still seems to hold: “In spite of all the difficulties, patent statistics remain a unique resource for the analysis of the process of technical change. Nothing else even comes close in the quantity of available data, accessibility, and the potential industrial, organizational and technological detail” (Griliches, 1990 citado por Van Looy, Plessis, Magerman, European Commission y Eurostat, 2006).

innovación impulsa determinadas industrias, estamos en el segundo paso. Si el interés es cómo la innovación se manifiesta en el desarrollo o el aumento de productividad en determinado sector económico, estamos en el tercer paso. Y, claro está, hay muchos otros pasos posibles y combinados. Además, la patente puede ser analizada según el inventor y quien la registra, de manera que se distingan empresas privadas, gubernamentales, institutos de investigación y otros, así como la ubicación geográfica de registro y de cobertura.

Cada patente individual puede ser utilizada con fines de análisis económico, porque brinda información sobre el área en que se puede aplicar, el sector donde fue generada y otro tipo de información. Pero este procedimiento individual no sirve a los efectos de trabajar gran cantidad de patentes. Para ello hay que utilizar las bases de datos de patentes, lo que requiere cierta *expertise* para la identificación, obtención, manipulación e interpretación de datos.

La International Patent Classification (IPO), en funcionamiento desde 1971, es una de estas fuentes de base de datos de patentes, y más de 100 países la usan, pero hay otras. A cada patente se le da un código, o varios según la institución de registro, que corresponde con el campo técnico de la innovación.¹² Pero la aplicación de la patente a campos técnicos no obedece a intereses económicos, sino legales. Se clasifica una patente en uno o más campos para mostrar que allí existe una patente de tal tipo y poder defenderla de quien la infringe. Es imperiosa una detallada clasificación de las patentes, ya que de otra forma sería imposible identificar si una nueva solicitud no reivindica un conocimiento que ya está patentado, dada su gran cantidad.¹³ De manera que, tanto para la defensa de la patente, como para el otorgamiento de nuevas, se elaboran sistemas de clasificación. Esto significa que los campos de registro de una patente no reflejan necesariamente un sector económico o industria específica. Un aerosol se puede clasificar como tal independientemente de si es para uso médico, para pintura, para fumigación, como cosmético, para la construcción, etcétera (Johnson, 2002: 5). Lo que interesa en la clasificación de una patente es la característica técnica-ingenieril o el campo de aplicación, o ambos, lo que puede ser distante de su aplicación sectorial en términos económicos. Un transformador eléctrico

¹²La IPO asigna un código, mientras que la Japan Patent Office puede adjudicar varios (OECD, 2009: 87).

¹³Existen *softwares* especializados en detectar infracción de patentes, áreas nuevas de desarrollo de patentes y otros aspectos, que son usados por oficinas de patentes, por abogados y por diversos usuarios con el propósito de detectar violación de patentes, identificar áreas de innovación y modificar el texto de la patente para hacerlo más viable de ser aprobada, entre otros.

va a ser catalogado en electricidad y sus subespecificaciones de potencia, voltaje, etcétera; pero no sabemos si es utilizado en la industria de línea blanca, en juguetes, en maquinaria hidráulica para agricultura u otro sector económico.

La clasificación de la patente mediante códigos técnicos la otorga el examinador, basándose en el campo técnico descrito por el inventor o los inventores en el texto de la solicitud de la patente.¹⁴ Cuando ésta abarca varios campos técnicos, es posible que el examinador opte por otorgar varios códigos a una misma patente. Como las áreas de desarrollo técnico científico se especializan permanentemente, la World International Patent Office (WIPO), que elabora la clasificación IPO, la actualiza de forma constante. Pero ocurre que la realidad siempre va más rápido que la formalización institucional, por lo cual, cuando comienzan nuevas áreas de desarrollo científico-técnico, como las nanotecnologías, las clasificaciones no son adecuadas, de manera que las patentes se clasifican en varios campos; pero a medida que se establecen nuevas clasificaciones, como fue el caso de la nanotecnología a partir 2011, el examinador tiene mayor posibilidad de otorgar un solo código e identificar con ello a la patente. De manera que la cantidad de códigos que una patente reciba (*patent scope*), no necesariamente tiene sólo que ver con la amplitud de la misma en términos reales, sino que a veces puede tener que ver con el momento histórico y el grado de desarrollo del sistema clasificatorio (Squicciarini, Dernis y Criscuolo, 2013).

La clasificación IPC y otras como la Europea (Cooperative Patent Classification [CPC]) utilizan ocho secciones (A a H), subdivididas en clases, subclases, grupos y subgrupos. En total hay más de 70,000 subgrupos. Como puede verse en el cuadro de las secciones (véase cuadro 1), éstas no tienen relación directa con los sectores económicos, y es imposible pensar que se pueda trabajar en un análisis económico con 60 mil subgrupos, ni siquiera con las subclases que pasan las 600.

Luego de que varios países lanzaron iniciativas o programas nacionales de nanotecnología, las aplicaciones y otorgamiento de patentes en el área se dispararon. Analistas estiman que las patentes de nanotecnología aumentaron más de diez veces entre 2000 y 2012 a nivel mundial (Jordan, Kaiser y Moore, 2014). Dado el incremento de patentes en nanotecnología, la IPC 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, como puede verse en el cuadro 2.

¹⁴Para el caso de las patentes en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual, véase la guía para la solicitud de patentes, disponible en <http://www.impi.gob.mx/patentes/Paginas/GuiaPatentesModelosUtilidad.aspx>

Cuadro 1
CLASIFICACIÓN DE IPC Y CPC DE LAS PATENTES
EN 8 SECCIONES

The eight IPC and CPC sections

-
- A Human necessities
 - B Performing operations; transporting
 - C Chemistry; metallurgy
 - D Textiles, paper
 - E Fixed constructions
 - F Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting engines or pumps
 - G Physics
 - H Electricity
-

El sistema CPC es una extensión de la IPC y es utilizado por la Oficina Europea de Patentes y la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos. Tanto el IPC como el CPC se dividen en ocho secciones (AaH), y estos se subdividen en clases, subclases, grupos y subgrupos.

Fuente: European Patent Office (2013).

Cuadro 2
CLASIFICACIÓN DE LAS PATENTES EN NANOTECNOLOGÍA
EN SUBCLASE Y EN NUEVE GRUPOS

<i>Code</i>	<i>Title</i>
B82Y	NANOTECHNOLOGY
B82Y5/00	Nano-biotechnology or nano-medicine, <i>e.g.</i> protein engineering or drug delivery
B82Y10/00	Nano-technology for information processing, storage or transmission, <i>e.g.</i> quantum computing or single electron logic
B82Y15/00	Nano-technology for interacting, sensing or actuating, <i>e.g.</i> quantum dots as markers in protein assays or molecular motors
B82Y20/00	Nano-optics <i>e.g.</i> quantum optics or photonic crystals
B82Y25/00	Nano-magnetism, <i>e.g.</i> magnetoimpedance, anisotropic magnetoresistance, giant magnetoresistance or tunneling magnetoresistance
B82Y30/00	Nano-technology for materials or surface science, <i>e.g.</i> nano-composites
B82Y35/00	Methods or apparatus for measurement or analysis of nano-structures
B82Y40/00	Manufacture or treatment of nano-structures
B82Y99/00	Subject matter not provided for in other groups of this sub-class

Fuente: European Patent Office (2013).

Sin embargo, esta clasificación no significa que allí se incluyan todas las patentes en nanotecnología. Puede haber patentes que no se registren con estos códigos; además, aquéllas registradas antes de 2011 no tienen dicha

clasificación.¹⁵ Para salvar estos problemas los investigadores utilizan una serie de palabras clave, que denotan los diversos campos de I+D de las nanotecnologías, procurando cubrir la mayor cantidad de patentes. Debido al carácter dinámico de las clasificaciones de las bases de datos y a la diversidad de categorías de las clasificaciones, este tipo de estrategia de búsqueda tampoco está ausente de dificultades.

Como la patente se registra según criterios ingenieriles y químicos, y no según criterios económicos, para el análisis socioeconómico hay que traducir los códigos de clasificación en sectores económicos, que además permitan agrupar las decenas de miles de códigos en sectores económicos más concentrados;¹⁶ el procedimiento se conoce como método de concordancia.

La concordancia entre código de patente y sector económico puede ser relativamente sencillo cuando se revisa una patente individualmente; pero se convierte en un desafío inmenso cuando se trabajan datos estadísticos de patentes, ya que en este caso se requiere de un procedimiento automático de concordancia entre los códigos de patente y los códigos de sectores económicos. El problema se agrava porque muchas patentes son clasificadas según varios códigos, con lo cual la suma de los códigos es mayor que la cantidad de patentes.¹⁷

Varias metodologías fueron desarrolladas para establecer concordancias entre los códigos de patente del IPC y otros, y los códigos de estadísticas económicas como la NACE de Europa o la ISIC de Naciones Unidas. Básicamente han habido dos enfoques. Uno basado en posibilidad de frecuencia de correlación, y otro en correlaciones teórico-técnicas sustentadas por muestras estadísticas.

Entre 1972 y 1995 la CIPO (Oficina de Patentes de Canadá) asignó a cada patente no sólo el código IPC, sino simultáneamente otros dos códigos. Uno que respondía a la industria que manufacturaría el producto y otro código al sector que lo usaría. Esto dio como resultado una base de datos con al menos tres códigos por patente para más de 300 mil patentes (Johnson, 2002). La Yale Technology Concordance (YTC) es una metodología que utilizó aquella base de datos de la CIPO 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,

¹⁵Hay esfuerzos por reclasificar patentes más antiguas.

¹⁶“IPC is based on technological categories and cannot be directly translated into industrial sectors” (Schmoch, Laville, Patel y Frietsch, 2003).

¹⁷La lista de patentes en nanotecnología en México entre 1993 y 2014 y según la base de datos de Espacenet es de 217, pero como varias se registran bajo más de un código el total de códigos es de 334.

1997). El modelo creado podría ser aplicado a cualquier base de datos de patentes que sólo anotara el código de la innovación en cuestión, como es la IPO y otras clasificaciones. Esta metodología fue utilizada para correlacionar los códigos IPO a la clasificación industrial de Estados Unidos (Silverman, s.f.). Posteriormente, este modelo fue utilizado para establecer una tabla de concordancia entre la IPO y la ISIC (United Nations, 2008), metodología patrocinada por la OECD y llamada OECD Technology Concordance [OTC] (Johnson, 2002).

En 2014 Lybbert y Zolas elaboraron una metodología que también asigna frecuencias probabilísticas de correspondencia con sectores económicos, pero en lugar de estar basada en los registros de la CIPO canadiense, se basaba en un sistema de minería de palabras clave en el registro de patentes.

El otro enfoque se basó en correlaciones teórico-técnicas en lugar de frecuencias de probabilidad. Las principales metodologías de concordancia son la MERIT que liga la patente a la industria de origen más relacionada (Verspagen, Van Moergastel y Slabbers, 1994); y la DG (Schmoch, Laville, Patel y Frietsch, 2003), basada en correlaciones técnicas de expertos apoyadas por muestreos estadísticos.¹⁸ La metodología DG, de Schmoch *et al.* (2003) fue recientemente adaptada por la Eurostat para establecer una comparación entre la IPC y la clasificación Europea NACE (Van Looy Vereyen y Schmoch, 2014). Como la clasificación de la NACE es igual que la ISIC de Naciones Unidas para los primeros tres dígitos,¹⁹ y esta última permite clasificaciones sectoriales económicas para cualquier país, utilizaremos esta última metodología para convertir las patentes registradas con dirección de inventor en México con código IPC a sectores económicos. Esta metodología permite establecer una correspondencia directa entre las 625 subclases de la IPC con los 27 sectores de NACE.

Metodología

Con el fin de caracterizar el campo de las nanotecnologías en las patentes mexicanas y frente a las dificultades que el análisis de patentes implica, esta

¹⁸Resúmenes de estas y otras metodologías pueden verse en Schmoch *et al.* (2003), y Lybbert y Zolas (2014).

¹⁹“NACE is a derived classification of ISIC: categories at all levels of NACE are defined either to be identical to, or to form subsets of, single ISIC categories. The first level and the second level of ISIC Rev. 4 (sections and divisions) are identical to sections and divisions of NACE Rev. 2. The third and fourth levels (groups and classes) of ISIC Rev. 4 are subdivided in NACE Rev. 2 according to European requirements. However, groups and classes of NACE Rev. 2 can always be aggregated into the groups and classes of ISIC Rev. 4 from which they were derived” (Eurostat, s.f.).

investigación incorporó tres métodos; uno para cada una de las etapas. En lo que sigue se explica: *a)* el método de captura de información sobre patentes mexicanas en nanotecnología; *b)* el método de concordancia de términos técnicos en sectores económicos; y, *c)* el método de adjudicación de usos de las patentes a su potencial ubicación en una cadena de valor de las nanotecnologías.

Método de captura de información sobre patentes mexicanas en nanotecnología

Las patentes otorgadas son publicadas por las diversas oficinas de propiedad intelectual. Estas instituciones cuentan con bases de datos sobre las patentes y el acceso a la información varía en función de diversos factores como el costo de acceso, la estructura de las bases de datos, las plataformas para la consulta de la información, etcétera. Además de las instituciones de propiedad intelectual existen otras que elaboran bases de datos de patentes. Algunas de éstas son especializadas en los diferentes campos tecnológicos (por ejemplo en materiales, en biotecnología, en medicina); otras bases de datos son de carácter general en términos de los campos tecnológicos, pero sólo comprenden patentes producidas y otorgadas en ciertas regiones y países.

Una de las más amplias bases de datos es mantenida por la Oficina Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés), que cuenta con un servicio de acceso gratuito llamado Espacenet. Esta plataforma en línea permite el acceso a cuatro bases de datos de patentes:

1. LATIPAT Espacenet: colección de patentes de España y varios países de América Latina (entre los cuales está México), que cuenta con más de 2.5 millones de referencias de patentes.
2. Worldwide: colección completa de las solicitudes de patentes de más de 90 países.
3. WIPO: colección completa incluyendo texto completo de las solicitudes de PCT publicadas.
4. EP: colección completa incluyendo texto completo de las aplicaciones europeas publicadas.

En la exploración de las bases de datos propuestas en el ESPACENET hemos identificado algunas limitantes. La primera es el número de palabras clave en la búsqueda. Para unas bases de datos el límite es de 10 palabras (Worldwide,

WIPO y EP) y para otras es de 20 palabras (LATIPAT). Los campos de búsqueda que se proponen en las bases de datos es otra limitante ligada a la primera. En las bases de datos LATIPAT, WIPO y EP se proponen tres campos a partir de los cuales se pueden identificar las patentes en nanotecnología: título, título o resumen, y texto completo. En la base de Worldwide sólo se propone los campos de título y de título y resumen. Además, el motor de búsqueda sólo reconoce los operadores booleanos *and* y *or*, lo que reduce la posibilidad de la combinación de palabras clave en la búsqueda.

Tomando en cuenta estas limitantes, la búsqueda de las patentes se ha aplicado a la base de datos global (Worldwide), ya que contiene información de 90 países, incluido México. 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. Para identificar las patentes relacionadas con México, se ha empleado la forma “Mx” en el campo del inventor, que permite identificar las patentes desarrolladas en México.

En el anexo 1 se muestran las palabras empleadas en las búsquedas, así como sus resultados. Las palabras clave utilizadas se caracterizan por identificar, por una parte, patentes sobre la síntesis y aplicaciones a la escala nanométrica. Por otra parte, otras palabras clave nos permiten identificar patentes sobre instrumentos, dispositivos y técnicas para la caracterización a esta escala. La tercera búsqueda nos permite identificar las patentes que contienen el acrónimo “nm” (nanómetro). La cuarta, quinta y sexta búsquedas están orientadas a identificar las patentes que conciernen a instrumentos y técnicas de caracterización a la escala nanométrica. 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. La base final está conformada de 217 referencias de patentes con al menos un inventor en México.

Método de concordancia de códigos técnicos en clasificación económica

La segunda etapa de la investigación consistió en establecer la concordancia entre los códigos técnicos registrados en la base de datos de Espacenet de patentes en clasificación económica. Una vez identificadas las patentes, se utilizó la metodología DG de concordancia utilizada por la Eurostat (Van Looy *et al.*, 2014) para adjudicar códigos de clasificación económica a las patentes.

El primer paso consistió en distribuir las patentes según la cantidad de códigos IPC (usos) que incluía. Así, por ejemplo, bajo la IPC identificamos 70 patentes que tienen un solo uso registrado, 57 que tienen dos usos y así en adelante (véase anexo 2).

El segundo paso consistió en aplicar la metodología DG de concordancia. Ello redujo considerablemente la cantidad de patentes con más de un código, ya que al pasar los códigos IPC —que pueden llegar a ser decenas de miles— a sectores NACE —que son sólo 27—, muchas patentes que tenían varios códigos IPC estaban contemplados en el mismo sector NACE. La comparación puede verse en el anexo 2.

Aun aplicando la concordancia a las 217 patentes, 86 permanecían con más de un sector NACE (más de un código) (véase anexo 2). A estas 86 patentes se aplicó un procedimiento de selección manual del código NACE (sector económico) que correspondiera con la descripción del título de la patente. Cuando ésta correspondía a una empresa, se siguió el criterio de seleccionar el código más relacionado con la aplicación que tendría la invención patentada pero más cercano a la actividad principal de la empresa.²⁰ Cuando la patente corresponde a un centro de investigación, se seleccionó el código más relacionado con la aplicación que tendría la invención patentada. Así, por ejemplo, una patente cuyo resumen plantea la fabricación de un polímero nanohabilidadado no debiera pertenecer al sector de maquinaria y equipo, como aparecía en algún caso. De esta forma se eliminan los sectores que tienen menor concordancia con la aplicación final de la invención.

Método de correlación de patentes en la cadena de valor de las nanotecnologías

El análisis de las patentes en relación con una cadena de valor simple de las nanotecnologías tiene como propósito identificar la ubicación de la investigación respecto al mercado, o, de otra forma, la investigación básica de la investigación aplicada.

Se partió de una cadena de valor simple, compuesta por sólo cuatro fases: materia prima, materiales intermedios, productos finales e instrumentos para nanotecnología (Lux Research, 2004). Para la adjudicación de cada patente a un lugar en la cadena de valor se utilizaron términos de búsqueda que identifican a cada una de estas etapas. Se seleccionaron, en primer lugar, los términos de búsqueda que identifican a los nanointermediarios. Se comenzó por esta fase intermedia porque muchas de las patentes sobre na-

²⁰Este es el procedimiento utilizado en la metodología MERIT.

nointermediarios incluyen términos que también pueden identificar nano materia prima, como es el caso de nanopartícula, nanotubo de carbono, nanoplata, etcétera; pero no ocurre al contrario; si, por ejemplo, aparece el término *coating* es porque se trata de la funcionalización de un producto con nanopartículas y es claramente un producto intermediario. Los términos de búsqueda utilizados pueden verse en el cuadro 6.

Una vez seleccionados los términos de búsqueda, se filtraron los títulos de todas las patentes según los términos de la fase de nointermediarios; y en el orden en que aparecen en el cuadro, de manera que si una patente repetía un término, se la clasificó por el primero que surgía. Con este paso se obtuvieron las patentes correspondientes a la fase de nointermediarios de la cadena de valor.

A las patentes restantes se les aplicó otro filtro, que consistió en los términos que identifican a las nanomaterias primas (véase cuadro 6). Las patentes identificadas fueron catalogadas como nanomateria prima.

Las patentes restantes (75) fueron pasadas por un filtro que identifica aquellas relativas a la fase de la cadena de valor de instrumentos, mediante los términos anotados en el cuadro 6. El resultado de estas fases sucesivas permitió clasificar la mayoría de las patentes (68 por ciento). El resto fue clasificado manualmente a partir del título de la patente.

Análisis y resultados

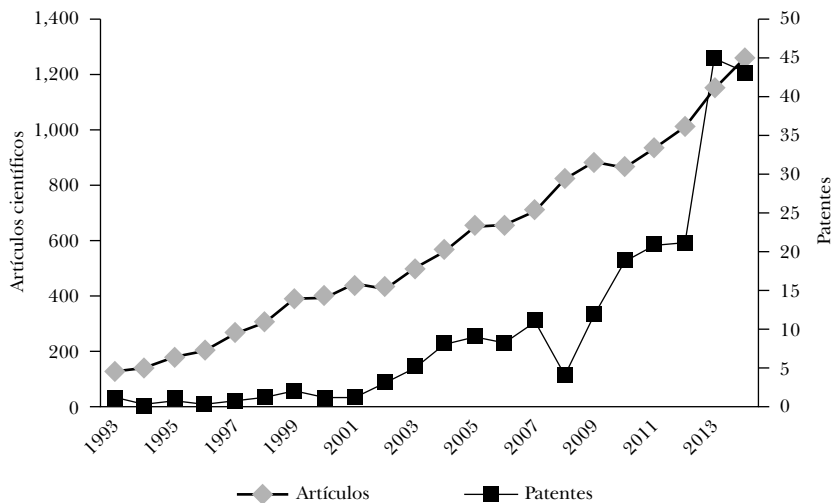
Patentes y su distribución

Un indicador interesante de observar es la evolución de la producción de patentes complementada con otro tipo de datos bibliométricos. La gráfica 1 muestra, por un lado, la evolución para las patentes en nanotecnología con al menos un inventor radicado en México y, por otro lado, se compara con la evolución de los artículos producidos en nanociencias y nanotecnologías.²¹ El interés de hacer la comparación de ambos indicadores consiste en observar la evolución de la producción de ambos tipos de documentos, cuyos resultados en este caso constatan el estado embrionario de la transferencia de nanotecnología si se mide en patentes. Esto se refleja en el alto índice de la producción de artículos científicos frente al crecimiento discontinuo de las patentes. Por otro lado, la evolución de ambos indicadores nos muestra

²¹La obtención de los datos sobre la producción de artículos científicos en el campo de las nanociencias y nanotecnologías en México se ha hecho a partir de la consulta de la Web of Science empleando las mismas palabras clave de la estrategia de búsqueda usada para las patentes, esto con el fin de poder comparar las evoluciones de ambos tipos de indicadores.

Gráfica 1

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PRODUCIDOS EN MÉXICO VS. PATENTES DE MEXICANOS EN NANOTECNOLOGÍA



Fuente: Elaboración propia a partir de Espacenet y Web of Science.

que la evolución de la producción de artículos científicos ha seguido las tendencias globales con su despegue en la década de los años noventa. Para el caso de las patentes, y al igual que en el resto del mundo, el registro de patentes se incrementa con la primera década del siglo en México.

La primera patente publicada es de 1993, lo cual corresponde *grosso modo* con el inicio de las patentes en nanotecnología en muchas otras regiones del mundo. También a principios de los años noventa comienzan a publicarse artículos científicos sobre nanotecnologías por autores radicados en México de manera significativa (Robles-Belmont y Vinck, 2011). Sin embargo, durante toda la década de los noventa se publicaron seis patentes en México, siendo que el crecimiento sustantivo se da a principios de la segunda década del siglo XXI. Esto significa un rezago relativo en el ritmo de crecimiento de entre siete y ocho años respecto de la tendencia mundial de los países desarrollados, que tienen su punto de inflexión desde los primeros años del siglo. Podría afirmarse que la investigación en nanotecnologías en México arranca de manera colectiva entrados los años noventa; mientras que la innovación medida en patentes comienza a manifestarse al menos una década después.

En el periodo de 21 años (1993-2014) se registran en México 217 patentes en nanotecnología, con inventor radicado en el país. El cuadro 3 ilustra la concentración de estas patentes según tipo de aplicante y, únicamente, para quienes han registrado tres o más patentes. Se distinguen tres grupos: centros de investigación e instituciones públicas; empresas privadas; y, personas físicas.

Cuadro 3
CONCENTRACIÓN DE LAS PATENTES POR APLICANTE

<i>Solicitantes</i>	<i>Patentes</i>	<i>% de 217</i>
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) [Mx]	29	13.36
Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) [Mx]	23	10.60
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [Mx]	20	9.22
Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) [Mx]	13	5.99
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) [Mx]	9	4.15
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) [Mx]	7	3.23
Industria Peñoles S. A. de C. V. [Mx]	6	2.76
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) [Mx]	5	2.30
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) [Mx]	5	2.30
Instituto Politécnico Nacional (IPN) [Mx]	5	2.30
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) [Mx]	4	1.84
Universidad de Sonora (UNISON) [Mx]	4	1.84
Vidrio Plano de México, S.A. de C.V. [Mx]	4	1.84
Universidad Autónoma de Baja California (UABJ) [Mx]	4	1.84
Allemann Eric [Ch]	3	1.38
Fessi Hatem [Fr]	3	1.38
Doelker Eric [Ch]	3	1.38
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) [Mx]	3	1.38
Quintanar Guerrero David [Mx]	3	1.38
Total de patentes con aplicantes que han registrado tres o más	153	70.51

Fuente: Elaboración propia a partir de Espacenet.

El cuadro cubre 153 patentes del total de 217. Los renglones sombreados identifican a instituciones de investigación pública, que registran 83 por ciento de las patentes que aparecen en el cuadro, y muestran la clara concentración de éstas en las instituciones públicas.

Si se analiza la distribución total de las patentes por aplicante, en lugar de su concentración, la imagen cambia, pasando la empresa privada y las personas físicas sumadas a registrar en torno del 30 por ciento de las patentes (véase cuadro 4).

Cuadro 4
DISTRIBUCIÓN ANUAL DE PATENTES POR APLICANTE

<i>Año</i>	<i>Instituciones públicas</i>	<i>Empresas privadas</i>	<i>Personas físicas, particulares</i>	<i>Total</i>
1993	–	1	–	1
1994	–	–	–	0
1995	–	1	–	1
1996	–	–	–	0
1997	1	–	–	1
1998	1	–	–	1
1999	2	–	–	2
2000	–	1	–	1
2001	1	–	–	1
2002	2	2	–	4
2003	4	–	1	5
2004	4	1	2	7
2005	8	1	–	9
2006	8	–	–	8
2007	8	2	1	11
2008	4	–	–	4
2009	9	1	2	12
2010	11	6	2	19
2011	12	4	5	21
2012	12	5	4	21
2013	31	7	7	45
2014	30	10	3	43
<i>Total</i>	<i>148</i>	<i>42</i>	<i>27</i>	<i>217</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de Espacenet.

El punto de inflexión en el crecimiento de las patentes coincide hacia finales de la primera década en cualquiera de los sectores y la distribución proporcional entre instituciones privadas más personas físicas en relación a las instituciones públicas se mantiene. Podemos afirmar, en términos generales, que entre el 60 y el 70 por ciento de las patentes se originan en instituciones públicas.

Patentes por sectores económicos

Como mencionado al comienzo de este escrito, la clasificación técnica de cada patente no es indicativa del sector económico de innovación que ésta

refleja. Es necesario establecer una mediación para aproximarse a dicha información. En este caso hemos utilizado el método DG de concordancia (Van Looy *et al.*, 2014) para obtener códigos NACE o ISIC a partir de los códigos de patente IPC. El resultado de la distribución al interior del sector manufacturero puede verse en el cuadro 5.

Cuadro 5
PATENTES DE NANOTECNOLOGÍA EN MÉXICO SEGÚN CONCORDANCIA
CON SECTORES ECONÓMICOS

<i>Sectores y número de usos (códigos) registrados bajo la clasificación NACE para las patentes en nanotecnología en México por sector</i>				
Núm.	Número NACE de sector	Nombre del sector	Número total de patentes por sector	% 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 N.E.C.*	8	3.69
14	32	Other Manufacturing	6	2.76
15	43	Specialised Construction Activities	1	0.46
		<i>Total</i>	<i>217</i>	<i>100,00</i>

*Not Elsewhere Classified.

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

El cuadro 5 muestra que las patentes mexicanas sólo cubren 15 sectores de la clasificación NACE, de un total de 27. En el anexo 3 se registran los sec-

tores que no están representados por las patentes mexicanas. De los sectores manufactureros representados, el que concentra más patentes es Manufacture of Chemicals and Chemical Products, sombreado en el cuadro y con 41 por ciento 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 del 70 por ciento 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 por ciento el sector de Manufacture of other Non-Metallic Mineral Products, con lo cual, sumado a los anteriores, llega a casi 80 por ciento del total de patentes. De manera que la investigación en nanotecnología 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.

Patentes en la cadena de valor de las nanotecnologías

Las patentes sólo reflejan I+D. No tenemos información de cuántas de estas patentes efectivamente se aplican en procesos productivos. Si sólo existen como resultado de I+D, las patentes serían un indicador de la primera fase de una cadena de valor antes del proceso productivo material, propiamente dicho. Otra forma de analizar las patentes en la cadena de valor es a partir de su potencial uso. Este fue el método que utilizamos a seguir.

Según fue explicado en la metodología correspondiente, se seleccionaron palabras clave que identifican si el potencial uso de la patente corresponde a nano materia prima, nanointermedios, productos finales con nanotecnología, o instrumentos para la observación y manipulación de los procesos nanotecnológicos. Los resultados se presentan en el cuadro 6. No fue posible clasificar todas las patentes mediante este procedimiento, sino sólo el 68 por ciento del total de 217 patentes.

Las patentes no clasificadas mediante el procedimiento de búsqueda de términos, y que alcanzaron 69, fueron revisadas y clasificadas manualmente. Los resultados finales de todo el proceso se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 6
TÉRMINOS QUE IDENTIFICAN LAS FASES EN LA CADENA DE VALOR;
Y PATENTES RESULTANTES

<i>Cadena de valor</i>	<i>Términos</i>	<i>Cantidad de patentes</i>
Nano intermediarios (B)	Composit* or compound or assembled	50
	Sensor or System or detect*	23
	Coat* or casing or capsul*	16
	Catalyst*	11
<i>Subtotal</i>		100 (46.08%)
Nano materia prima (A)	Manufact* or produc* or prep* or proce* or synthe* + carbon nanotubes or tita* or alumin* or silver or zinc or magne* or graph* or cooper or nanoparticle or polymeri* or polyes* or polyis* or cerium or metallic or zeol* or gold	42
<i>Subtotal</i>		42 (19.35%)
<i>Instrumentos para nanotecnología (D)</i>	Microscope or AFM or SPM or Atomic Force or Atomic-Force or Scanning Probe or Scanning-Probe	1
	Lithogra*	
	Device + measure*	5
<i>Subtotal</i>		6 (2.76%)
Clasificadas por términos		148 (68.20%)
Patentes restantes		69 (31.80%)

Fuente: Elaboración propia.

La inmensa mayoría de las patentes corresponden a investigación básica; que engloba a la nano materia prima y a los nanointermediarios (96 por ciento), prioritariamente a los nanointermediarios, es decir, manipulaciones de nano materia prima para funcionalizarla. Esto concuerda con los tres sectores económicos prioritarios de investigación: químico, de fármacos y de equipo electrónico. Prácticamente no hay potenciales usos de patentes en los productos finales, y escasa I+D en instrumentación.

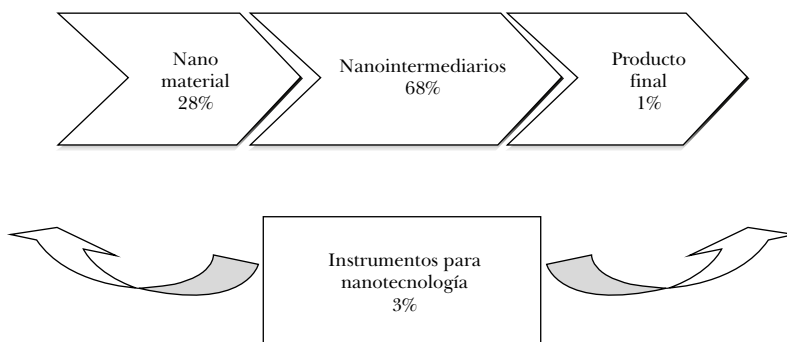
La gráfica 2 ilustra la secuencia de la distribución porcentual de las patentes en la cadena de valor.

Cuadro 7
PATENTES SEGÚN SU LUGAR EN LA CADENA DE VALOR

<i>Etapa de cadena de valor</i>	<i>Cantidad de patentes</i>	<i>%</i>
Nano materia prima	61	27.57
Nanointermediarios	147	68.22
Productos finales	3	1.40
Instrumentos	6	2.80
Total	217	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 2
DISTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN (PATENTES)
EN LA CADENA DE VALOR DE LAS NANOTECNOLOGÍAS



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El análisis de patentes como un indicador que dé cuenta del estado de la transferencia de tecnología en un campo determinado presenta diversas dificultades teóricas y metodológicas. Sin embargo, las patentes pueden ser consideradas un indicador aproximado de la intensidad de las actividades de innovación en un campo tecnológico, para lo cual, el análisis de éstas, debe ser complementado con otros indicadores. Además, el análisis de las patentes puede ser nutrido con el uso cuidadoso de diversas metodologías, desde la identificación de los datos hasta la interpretación de los resultados como se ha señalado en este trabajo.

Los resultados presentados en este estudio muestran un panorama del estado de la transferencia de las nanotecnologías en México a partir de tres análisis diferentes de las patentes producidas en el país. Los diferentes indicadores expuestos son complementarios entre ellos, y aportan elementos que permiten mapear la localización de la producción de los conocimientos tecnológicos (centros públicos de investigación y empresas), su evolución, los posibles sectores donde puede ser explotada esta tecnología, así como la distribución en la cadena de valor de la nanotecnología.

Este panorama constata el rezago relativo de la transferencia de la nanotecnología en México, medida en patentes. Este punto resalta la cuestión de las posibilidades reales para que las empresas mexicanas puedan obtener un beneficio económico derivado de la innovación doméstica, o que México quede como consumidor de estas tecnologías. El rezago en la falta de transferencia tecnológica requiere de un estudio a profundidad para entender mejor las dinámicas en las instituciones públicas y privadas. Además, el perfil de la ciencia básica de las nanotecnologías y la concentración de patentes en instituciones académicas, sugieren la falta de mecanismos de aplicación de los avances de I+D en producción material. Sin embargo, es interesante señalar la existencia de capacidades tecnológicas en el país, mismas que pueden ser utilizadas para el desarrollo y enmarcadas en políticas públicas apropiadas.

Finalmente, la discusión teórica, la metodología empleada y los resultados expuestos en este trabajo resaltan la importancia de atender las dificultades del análisis de las patentes como indicadores de innovación. Además, cabe mencionar que la estrategia metodológica desarrollada en este estudio puede ser replicada para otro tipo de tecnologías emergentes.

Anexo 1

PALABRAS CLAVE Y RESULTADOS DE LAS BÚSQUEDAS DE REFERENCIAS DE PATENTES EN EL CAMPO DE LA NANOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

<i>Búsqueda</i>	<i>Palabras clave</i>	<i>Referencias</i>
1	Fullerene* or Nanonetwork* or Nanobelt* or Nanoparticle* or Nanobiology or Nanopatterning or Nanobiotechnolog* or Nanophase* or Nanocatalys*	88
2	Nanophotonic* or Nanocomposit* or Nanopigment* or Nanocorn* or Nanoporosit* or Nanocrystalline* or nanocrystal* or Nanopowder*	25

Anexo 1 (*Continuación*)

<i>Búsqueda</i>	<i>Palabras clave</i>	<i>Referencias</i>
3	Nanodroplet* or Nanorod* or Nanodrug* or Nanoscale or Nanoelectronic* or Nanosieve* or “Nanoelectromechanical systems”	5
4	Nanosiz* or Nanoemulsion* or Nanosphere* or Nanoengineer* or Nanostructur* or Nanofabrication	30
5	Nanotechnology* or Nanofiber* or Nanotemplate* or Nanofilter* or Nanotribology or Nanohybrid* or Nanotube* or Nanoindentation	37
6	Nanowire* or Nanolithograph* or Quantum-dot* or Quantumdot* or “Quantum-dot*” or Nanomaterial* or Quantum-wire* quantumwire* or “Quantum wire*” or Nanomedicine or Quasi-crystal* or Quasicrystal* or “Quasi crystal*” or Nanometrology or Spintronics	11 0
7	Nanoporou* or thinfilm* or “thin-film*” or “sol gel” or sol-gel or solgel or nm or nanometer*	81
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 “ramanspectroscop*”	1
	“electron spin resonance” or “scanning probe microscop*” or “extreme-ultraviolet lithography”	0
12	“nuclear magnetic resonance” or “optical lithograph*” or “soft lithograph*” or “scattering spectroscop*”	2
Total	Resultados sin duplicados	209

Anexo 2

PATENTES EN NANOTECNOLOGÍA SEGÚN CÓDIGOS IPC
Y CANTIDAD DE USOS

<i>IPC-número de usos (códigos) por patente</i>	<i>Núm. de patentes</i>	<i>NACE-número de usos (códigos) por patente</i>	<i>Núm. de patentes</i>
1	70	1	131
2	57	2	64
3	34	3	16
4	33	4	5
5	14	5	0
6	4	6	1
7	0	7	0
8	1	8	0

<i>IPC-número de usos (códigos) por patente</i>	<i>Núm. de patentes</i>	<i>NACE-número de usos (códigos) por patente</i>	<i>Núm. de patentes</i>
9	2	9	0
10	1	10	0
11	0	11	0
12	1	12	0
Total	217		217

Anexo 3

SECTORES DE CLASIFICACIÓN NACE NO CUBIERTOS POR PATENTES MEXICANAS DE NANOTECNOLOGÍA

<i>Núm.</i>	<i>Núm. de sector NACE</i>	<i>Nombre del sector</i>
1	11	Manufacture of Beverages
2	12	Manufacture of Tobacco Products
3	13	Manufacture of Textiles
4	14	Manufacture of Wearing Apparel
5	16	Manufacture of Wood and of Products of Wood and Cork, except Furniture; Manufacture of Articles of Straw and Plaiting Materials
6	18	Printing and Reproduction of Recorded Media
7	29	Manufacture of Motor Vehicles, Trailers and Semi-Trailers
8	30	Manufacture of Other Transport Equipment
9	31	Manufacture of Furniture
10	42	Civil Engineering
11	62	Computer Programming, Consultancy and Related Activities

Fuente: Elaboración propia.

Fuentes consultadas

- AITF (2010, June 17). Alberta Nano Asset Map. Recuperado el 16 de abril de 2015 http://www.albertatechfutures.ca/Portals/0/documents/newsroom/publications/2010/Alberta_Nanotechnology_Asset_Map_2009.pdf
- ALENCAR, M. S. M., Porter, A. L. & Antunes, A. M. S. (2007). Nanopatenting patterns in relation to product life cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(9), 1661-1680. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.002>
- Azonano.com. (n.d.). Nanotechnology in Massachusetts, USA: Market Report. Recuperado el 16 de abril de 2015 <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3133>

- BAWA, R., Bawa, S. R. & Maebious, S. B. (2005). The Nanotechnology Patent "Gold Rush". *Journal of Intellectual Property Rights*, 10, 426-433.
- BBF (n.d.). Forschungslandkarte Nanotechnologie (nano-map) | Innovationsbegleitung Neue Werkstoffe und Nanotechnologie. Recuperado el 16 de abril de 2015 <http://www.werkstofftechnologien.de/kompetenzkarten/forschungslandkarte-nanotechnologie/#/?se=u27uzmqc2yde>
- BEDNAREK, M. & Ineichen, M. (2005). Meeting Licensing Challenges in Emergent Sectors: Patent Pools for Financial Services, RFID, Nanotechnology, Bioinformatics, and Nontraditional Sectors. *Licensing Journal*, 25(1), 1-5.
- BESSEN, J., Ford & Meurer, M. J. (2011). The private and social costs of patent trolls. *Boston University School of Law Working Paper 11-45 (September 19, 2011)* (Sept 19), 11-45.
- BRESNAHAN, T. F. & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies "Engines of growth"? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108. Recuperado de [http://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](http://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
- CHEN, H., Roco, M. C., Li, X. & Lin, Y. (2008). Trends in nanotechnology patents. *Nature Nanotechnology*, 3(3), 123-125. Recuperado de <http://doi.org/10.1038/nnano.2008.51>
- CHRISTIANSEN, R., Maebius, S., Radomsky, L. & Rutt, S. (2009). IP Disputes and Nanotechnology Company Bankruptcies. *Nanotechnology Law & Business*, 6, 374.
- COHEN, W. M., Nelson, R. R. & Walsh, J. P. (2000). Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not). *National Bureau Working Paper, 7552* (National Bureau of Economic Research). Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w7552>
- European Patent Office. (2013). Nanotechnology and patents. European Patent Office. Recuperado de http://mke.ntua.gr/documents/10179/128867/nanotech_brochure_en.pdf/63323f3b-af9b-4fc1-9b3a-08bfea-fc43c9
- Eurostat. (n.d.). NACE Rev. 2. Introductory Guidelines. Recuperado el 30 de marzo de 2015 <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1965800/1978839/NACEREV.2INTRODUCTORYGUIDELINESEN.pdf/f48c8a50-feb1-4227-8fe0-935b58a0a332>
- FAN (2012). *Quién es quién en nanotecnología*. Buenos Aires: Fundación Argentina de Nanotecnología.
- FREDERICK, S. (n.d.). California in the NanoEconomy. Recuperado el 16 de abril de 2015 <http://californiananoeconomy.org/>
- GAMBARDELLA, A., Giuri, P. & Luzzi, A. (2007). The market for patents in Europe. *Research Policy*, 36, 1163-1183.

- 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. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.respol.2007.07.008>
- Government of Canada, I. C. (2002, October 30). Company Directories-Canadian Nanotechnologies Industries. Recuperado el 31 de marzo de 2015 https://www.ic.gc.ca/eic/site/aimb-dgami.nsf/eng/h_00003.html
- GUELLEC, D. & Meniere, Y. (2014). Markets for patents: actors, workings and recent trends. In *Patent Markets in the Global Knowledge Economy* (Madiès, Thierry; Guellec, Dominique; Prager, Jean-Claude).
- JOHNSON, D. K. (2002). *The OECD Technology Concordance (OTC)* (OECD Science, Technology and Industry Working Papers). Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Recuperado de <http://www.oecd-ilibrary.org/content/workingpaper/521138670407>
- JORDAN, C. C., Kaiser, I. N. & Moore, V. C. (2014). 2013 Nanotechnology Patent Literature Review: Graphitic Carbon-Based Nanotechnology and Energy Applications Are on the Rise. *Nanotechnology Law & Business*, 11(2), 111-125.
- KATZNELSON, R. (2013, October 24). Questionable Science Used to Misguide Patent Policy. Recuperado de <http://www.ipwatchdog.com/2013/10/24/questionable-science-used-to-misguide-patent-policy/id=45879/>
- KORTUM, S. & Putnam, J. (1997). Assigning Patents to Industries: Tests of the Yale Technology Concordance. *Economic Systems Research*, 9(2), 161-176. Recuperado de <http://doi.org/10.1080/09535319700000011>
- LAUTERWASSER, C. (2005). *Small sizes that matter: Opportunities and risks of Nanotechnologies*. London/Ismaning: Report in co-operation with the OECD International Futures Programme. Recuperado de <http://www.oecd.org/chemicalsafety/nanosafety/37770473.pdf>
- Lux Research (2004, September 30). Sizing nanotechnology's value chain. Recuperado de https://portal.luxresearchinc.com/research/report_excerpt/2650
- LYBBERT, T. J. & Zolas, N. J. (2014). Getting patents and economic data to speak to each other: An "Algorithmic Links with Probabilities" approach for joint analyses of patenting and economic activity. *Research Policy*, 43(3), 530-542. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.respol.2013.09.001>
- MADIÈS, T., Guellec, D. & Prager, J.-C. (Eds.) (2014). *Patent markets in the global knowledge economy: theory, empirics and public policy implications*. New York: Cambridge University Press.

- McCLURE, I. (2014). Una alternativa de mercado a los problemas del sistema de patentes. *Revista de La OMPI*, 1. Recuperado de http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2014/01/article_0005.html
- MUNOZ-SANDOVAL, E. (2013). Trends in nanoscience, nanotechnology, and carbon nanotubes: a bibliometric approach. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(1), 1-22. Recuperado de <http://doi.org/10.1007/s11051-013-2152-x>
- National Nanotechnology Initiative (n.d.). NNI Budget | Nano. Recuperado el 15 de abril de 2015 <http://www.nano.gov/about-nni/what/funding>
- OCDE (2010). *Manual de estadísticas de patentes de la OCDE*. Oficina Española de Patentes y Marcas, Ministry of Industry, Tourism and Trade. Recuperado de http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-estadisticas-de-patentes-de-la-ocde_9788496113176-es
- _____ (2009). *OECD Patent Statistics Manual*. OECD Publishing. <http://www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentstatisticsmanual.htm>
- _____ (n.d.). Patent data-Emerging technologies | Innovation Policy Platform. Recuperado el 14 de marzo de 2015 <https://innovationpolicyplatform.org/content/patent-data-emerging-technologies>
- REGALADO, A. (2004, June 18). Nanotechnology Patents Surge As Companies Vie to Stake Claim. *The Wall Street Journal*, p. A1. New York.
- ROBLES-BELMONT, E. & De Gortari, R. (2014). Nanosciences and Nanotechnologies without National Initiative? In S. Ramani (Ed.), *Nanotechnology: What's in it for emerging countries?* (Ramani, S.V. (Ed.), 182-2010). Cambridge University Press.
- ROBLES-BELMONT, E. & Vinck, D. (2011). A Panorama of Nanoscience Developments in Mexico Based on the Comparison and Crossing of Nanoscience Monitoring Methods. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 11(06), 5499-5507.
- SCHMOCH, U., Laville, F., Patel, P. & Frietsch, R. (2003, November). Linking Technology Areas to Industrial Sectors. Final Report to the European Commission, DG Research. Recuperado de ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/indicators/docs/ind_report_isi_ost_spru.pdf
- SHEA, C. M., Grinde, R. & Elmslie, B. (2011). Nanotechnology as general-purpose technology: empirical evidence and implications. *Technology Analysis & Strategic Management*, 23(2), 175-192. Recuperado de <http://doi.org/10.1080/09537325.2011.543336>
- SILVERMAN, B. (n.d.). Documentation for International Patent Classification-U.S. SIC concordance. Recuperado el 14 de marzo de 2015 <http://www-2>

- rotman.utoronto.ca/~silverman/ipcsic/documentation_IPC-SIC_concordance.htm
- SQUICCIARINI, M., Dernis, H. & Criscuolo, C. (2013). Measuring Patent Quality. Indicators of technological and economic value. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2013/03, DSTI/DOC (2013)3* (OECD Publishing). Recuperado de <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/5k4522wkw1r8-en>
- TAENK (s.f.). The nanodatabase. Taenk. Recuperado de <http://taenk.dk/nyheder/nanodatabase-giver-forbrugerne-overblik>
- United Nations (2008). *International Standard industrial classification of all economic activities (ISIC) (Rev. 4)*. New York: United Nations.
- VAN LOOY, B., Plessis, M. du, Magerman, T., European Commission & Eurostat (2006). *Data production methods for harmonised patent statistics assignee sector allocation*. Luxembourg: Publications Office. Recuperado de <http://bookshop.europa.eu/uri?target=EUB:NOTICE:KSAV06001:EN:HTML>
- VAN LOOY, B., Vereyen, C. & Schmoch, U. (2014, October). Patent Statistics: Concordance IPC V8-NACE REV.2. Eurostat. Recuperado de 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. & Slabbers, M. (1994). MERIT concordance table: IPC ISIC (rev 2). MERIT Research Memorandum 2/94-004. Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology.
- WASHBURN, D. (2009). The long wait for innovation. *Voice of San Diego*.
- WWICS (2015a). *A nanotechnology consumer products inventory project on emerging nanotechnologies*. Washington DC: WWICS (Woodrow Wilson International Centre for Scholars). Recuperado de <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>
- (2015b). *A nanotechnology consumer products inventory project on emerging nanotechnologies*. Washington DC: WWICS (Woodrow Wilson International Centre for Scholars). Recuperado de <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>
- ZÁYAGO, E., Foladori, G. & Arteaga, E. (2012). Toward an Inventory of Nanotechnology Companies in Mexico. *Nanotechnology Law & Business Journal*, 9, 283-292.
- ZÁYAGO, E., Frederick, S. & Foladori, G. (2014). Twelve years of nanoscience and nanotechnology publications in Mexico. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(1). Recuperado de <http://doi.org/10.1007/s11051-013-2193-1>

Índice

PRESENTACIÓN

Guillermo Foladori, Noela Invernizzi, Edgar Záyago Lau 5

NANOTECNOLOGÍA Y LITIO, SU RELEVANCIA

EN LA POLÍTICA DE CTI DE BOLIVIA

Roberto del Barco Gamarra, Ebeliz Fuentes, Denisse Vargas

Rocío Villca, Marcelo Zenteno 11

Introducción 11

Ciencia y tecnología en Bolivia 12

El litio: una prioridad en la política de CTI 18

Las nanotecnologías resultan estratégicas
en la producción de baterías de litio 29

Conclusiones 34

Anexo 1 36

Anexo 2 37

Anexo 3 38

Anexo 4 39

Anexo 5 40

Fuentes consultadas 41

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE NANOTECNOLOGÍAS

EN COSTA RICA: EL CASO MIPYME Y LANOTEC

José Roberto Vega-Baudrit, Santiago Nuñez-Corrales 45

Introducción 45

Nanotecnología y economías emergentes 46

Costa Rica: política pública y nanotecnología 49

Lanotec: aparición y desarrollo
de capacidades nacionales 52

MIPYMES Nano: del laboratorio al mercado 54

Conclusiones.....	55
Fuentes consultadas	56
LA CREACIÓN DE CONDICIONES PARA LA I+D	
EN NANOTECNOLOGÍA: EL CINQUIFIMA DE URUGUAY	
<i>Adriana Chiancone, Enrique Martínez Larrechea</i>	63
Introducción	63
Organización de la nanotecnología en Uruguay	
y la creación del Cinquifima	65
Financiamiento de la I+D en Uruguay	68
Discusión	70
Anexo.....	73
Fuentes consultadas	79
LA UTILIZACIÓN DE LA NANOPLATA EN LA	
PRODUCCIÓN ALIMENTICIA MUNDIAL Y BRASILEÑA:	
UNA MIRADA A PARTIR DE INVESTIGACIONES	
NANOTOXICOLÓGICAS	
<i>Wilson Engelmann, Andréa Aldrovandí, Raquel von Hohendorff</i>	83
Introducción	83
Nanotecnologías aplicadas a los alimentos	85
Primeros pasos en la regulación.....	100
Conclusión	104
Fuentes consultadas	105
POLÍTICAS DE INNOVACIÓN PARA LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	
EN MÉXICO. LA EXPERIENCIA DE UNA EMPRESA DE GESTIÓN	
Y DESARROLLO DE NEGOCIOS CON NANOTECNOLOGÍA	
<i>Mónica Anzaldo, Pilar Montoya, Andrés Gómez</i>	111
Introducción	111
Financiamiento federal para la transferencia	
de conocimiento en nanotecnologías.....	113
Viretec Gestión y Desarrollo. La experiencia	
de una <i>spin-off</i> del centro del país en la	
transferencia de conocimiento	118
Valor agregado a la minería: el proyecto CuVito,	
camino largo a la transferencia de conocimiento	121
Reflexiones finales	127
Fuentes consultadas	129

INNOVACIÓN Y TRADICIÓN: DINÁMICAS DE CONSTRUCCIÓN DE PERTINENCIA
 PARA UN DESARROLLO DE DESCONTAMINACIÓN DE AGUA
 BASADO EN NANOTECNOLOGÍAS EN COLOMBIA

Astrid Jaime, María Lucía Lizarazo,

<i>Constanza Pérez Martelo, Bernardo Herrera</i>	131
Introducción	131
Las redes glo/cales como multisitios de producción de conocimiento.....	132
Metodología	135
Un caso de construcción de pertinencia en nanotecnologías	137
Discusión y conclusiones	146
Agradecimientos.....	148
Fuentes consultadas	148

NANOTECNOLOGÍA Y SISTEMA AGROINDUSTRIAL: APRENDIZAJES EN
 TORNO AL DESARROLLO DE TEXTILES FUNCIONALES EN ARGENTINA

Tomás Javier Carrozza, Susana Silvia Brieva.....153

La construcción de un textil repelente al mosquito transmisor del dengue.....	153
La perspectiva analítica de las nanociencias y nanotecnologías en el marco de los estudios sociales de la ciencia y tecnología	154
Los textiles repelentes y la salud pública	157
Del premio innovar a los estudios en la selva	159
Reflexiones finales	174
Fuentes consultadas	175

INVENTARIO DE EMPRESAS NANOTECNOLÓGICAS EN MÉXICO

Edgar Záyago Lau, Guillermo Foladori, Liliana Villa Vázquez,

Richard P. Appelbaum, Eduardo Robles Belmont,

<i>Edgar Ramón Arteaga Figueroa, Rachel Parker</i>	177
Introducción	177
Inventarios de nanotecnología y la situación en México	178
Metodología	183
Resultados y discusión.....	188
Conclusiones.....	196
Fuentes consultadas	197

PATENTES E INNOVACIÓN DE NANOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

Eduardo Robles Belmont, Guillermo Foladori,

Edgar Ramón Arteaga Figueroa, Richard Appelbaum,

<i>Edgar Záyago Lau, Rachel Parker</i>	201
Introducción	201
Las patentes en nanotecnología desde una perspectiva económica	203
Utilización de las patentes para el análisis económico mediante concordancia de códigos	208
Metodología	213
Análisis y resultados.....	217
Conclusiones.....	224
Anexo 1.....	225
Anexo 2.....	226
Anexo 3.....	227
Fuentes consultadas	227

DIFUSIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN BRASIL.

ANÁLISIS PRELIMINAR A PARTIR DE LA ENCUESTA

DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2011

<i>Carolina Bagattoli, Noela Invernizzi</i>	233
Introducción	233
La nanotecnología en el marco de un nuevo modelo institucional para el estímulo a la innovación	234
Financiamiento a la innovación en nanotecnología.....	238
La nanotecnología en el sector productivo brasileño: análisis a partir de la PINTEC	241
Consideraciones finales.....	248
Fuentes consultadas	249