



## II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología



### ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO DE LA EVOLUCIÓN DE PATENTES DE NANOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

*I.Q. María Guadalupe Almanza Torres<sup>1</sup>, Dr. Edgar David Gaytán Alfaro<sup>2</sup>,  
Dr. Víctor Manuel Castaño Meneses, Dra. Marlen Hernández Ortiz<sup>2</sup>*

Estudiante<sup>1</sup> egresada de la Maestría en Economía Regional y Sectorial de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Zacatecas<sup>2</sup>; CFATA-UNAM<sup>3</sup>.

Contacto: [lupita.almanzat@gmail.com](mailto:lupita.almanzat@gmail.com)

#### RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un análisis cuantitativo de las patentes de nanotecnología en México registradas en el periodo 1994-2017 con el fin de originar un modelo matemático para evaluar y predecir el desarrollo de la nanotecnología en el país antes mencionado. Los resultados registran un total de 411 patentes de nanotecnología en el país, el modelo derivado de la investigación es un modelo de tipo sigmoide el cual señala que la nanotecnología es una tecnología clave para el país y que sigue una fase de crecimiento rápido tardío.

Palabras clave: Nanotecnología, Patentes, Cuantimetría.

#### INTRODUCCIÓN

La nanotecnología ha traído consigo grandes beneficios científico-tecnológicos, por lo cual se ha vuelto un sector estratégico para agilizar el crecimiento y desarrollo de los países. Este auge, es debido a que se trata de una ciencia la cual puede participar prácticamente en cualquier área del conocimiento gracias a sus características. Innumerables estudios prevén que gracias a la nanotecnología la generación de riqueza y crecimiento pueden tener un aumento considerable, esto como resultado de un incremento exponencial en el número de patentes en nanotecnología, de manera especial en nanomateriales, nanomagnetismo, nano-óptica, bionanotecnología y nanoelectrónica (Guerrero, 2016; Loya, 2006; Martínez, 2008; Záyoago, 2015).

La nanotecnología es parte de la cuarta y actual revolución industrial. Existen más de 7,000 productos comerciales que utilizan la nanotecnología ofertados por más de 1500 empresas alrededor del mundo. De hecho, la revista Forbes destaca cada año los Top Nano Products of the year (Nanotechnology Products Data Base, 2018; Perasso, 2016; The Nanodatabase, 2017). En México hay más de 100 empresas que trabajan con nanotecnología (La nanotecnología en Latinoamérica y el mundo, 2015), alrededor de 500 especialistas interesados en el desarrollo de la nanociencia y nanotecnología (Loya, 2006), de los cuales el 18% son pertenecientes de la UNAM, el 8% del Instituto Politécnico Nacional (IPN), un 29% se encuentra adscrito a centros Públicos CONACYT y entre las instituciones de investiga-



## II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología



ción sectorizadas en diferentes estadios del país (Cimav, 2008). La existencia de patentes en la base de datos de WIPO incluye desarrollos nanotecnológicos en Latinoamérica y sólo se encuentran aplicantes de Argentina, Brasil, Colombia, Chile y México. De las cerca de 100,000 patentes en nanotecnología que existen en el mundo, únicamente 333 se encuentran en la región y el 90% de éstas se encuentran en las oficinas de Brasil y México. En el caso de México se observa que el desarrollo de patentes en nanotecnología está dado por parte de la industria y cerca del 30% de las patentes se han generado por parte del sector petrolero en

compañía de universidades norteamericanas (Pastrana, 2012). Por lo tanto, es necesario conocer el impacto que ha generado la nanotecnología para el desarrollo del país en el ámbito científico y tecnológico, así como mostrar y definir cuál es la tendencia y el comportamiento que ha tenido la producción de patentes que responden al uso y aplicación de la misma mediante un modelo matemático. A este tipo de estudio se le llama *cienciometría*, medir la producción científica con el fin de analizar el impacto de la región que trabajan tales productos (Leydesdorff y Milojević, 2013).

### METODOLOGÍA

#### 1.-Elaboración de la base de datos

La base de datos se conformó a través de una búsqueda de las patentes de nanotecnología registradas en México, mediante la exploración de sitios web de instituciones como IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual), OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) y SIGA (Sistema de Información de la Gaceta de la propiedad Industrial). Fue necesario elaborar un comparativo entre las patentes obtenidas de los tres sitios web para evitar reincidencias de alguna patente. Los primeros registros de patentes en nanotecnología en el país aparecen en 1994, por lo cual la búsqueda se realizó de 1994 a 2017, periodo en el cual se registraron alrededor de 400 patentes. Para la búsqueda se utilizaron palabras clave específicas: nanotecnología, nano, nanociencia, nanomateriales y México.

#### 2.- Valoración del modelo

Los datos fueron sometidos a un tratamiento previo al análisis, el cual consistió en realizar una nueva base mediante la acumulación de datos. Esta nueva base de datos fue evaluada por diversos modelos en los que el mejor ajuste se obtuvo con una curva logística.

#### 3.- Evaluación del punto de inflexión

El punto de inflexión de la curva es obtenido mediante la primera derivada de la función de ajuste que ayudó, de manera más precisa, a indicar en qué etapa se encuentra nuestra tecnología y a partir de esto tomar decisiones y acciones que ayuden a mejorar el progreso de la nanotecnología en México.

### RESULTADOS

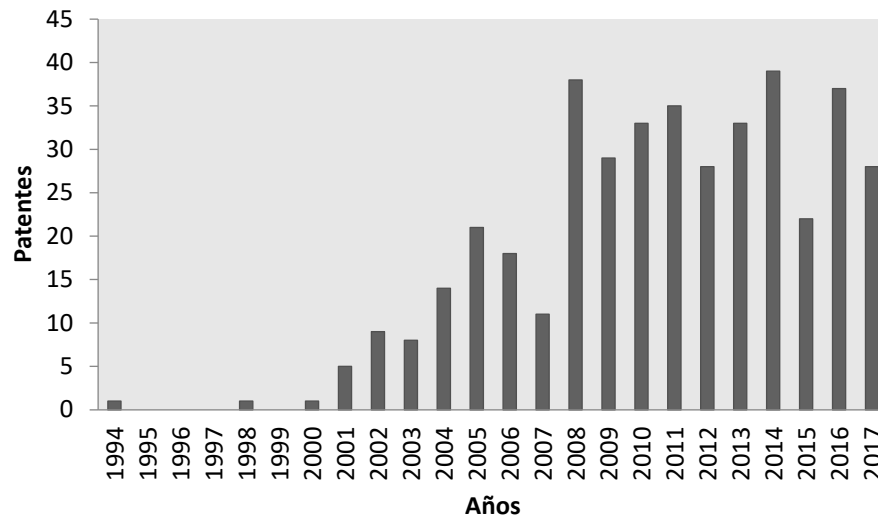
En la primera etapa de desarrollo de esta investigación se generó una base de datos conformada por las patentes de nanotecnología registradas en el periodo 1994-2017, obtenidas de los sitios web de las instituciones IMPI, OMPI y SIGA, de las cuales se obtuvo un total de 411 patentes registradas para el periodo mencionado. En el gráfico 1 se muestra el registro de patentes para cada uno de los años del periodo a analizar. Como se puede observar, el desarrollo de las patentes relacionadas con nanotecnología en el país comienza con menos de 5 patentes; sin embargo, a partir del año 2001 se presenta una tendencia de crecimiento; además, el 2014 fue uno de los más productivos seguidos del 2008 y 2016.



## II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología



Gráfico 1. Registro de patentes nanotecnológicas en México, periodo 1994-2017

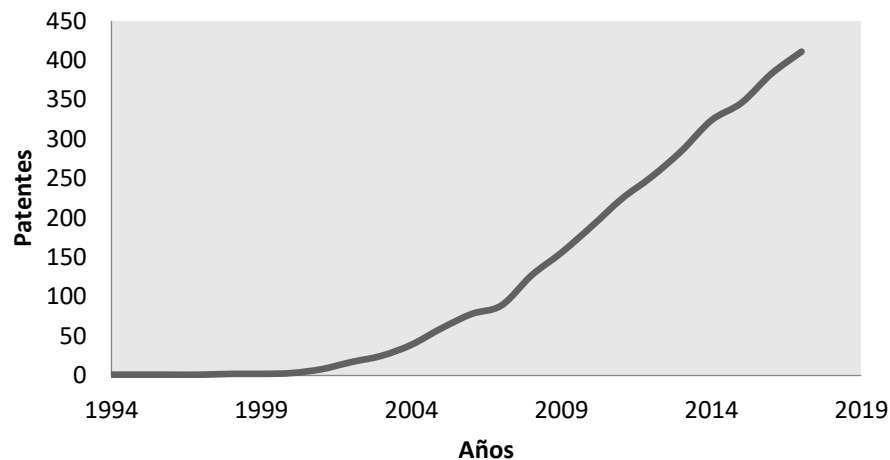


Fuente: Elaboración propia con datos de IMPI, OMPI y SIGA.

Los datos acumulativos de la cantidad de patentes registradas presentan un mejor ajuste a una curva sigmoïdal, como se observa en el gráfico 2. El tratado de los datos presenta un incremento de patentes a lo largo del tiempo analizado. Además, la representación gráfica muestra punto de despegue, alrededor del año 1999, que marca la trascendencia de la

Tecnología emergente, seguida de la Tecnología entrante y pareciera que permanece en la Tecnología clave; etapas tecnológicas dentro del ciclo de vida de las tecnologías (Zartha, *et al* 2017). Por lo tanto, la producción de patentes relacionadas con nanotecnología en México podría tener continuidad de crecimiento en los siguientes años.

Gráfico 2. Patentes acumulativas de nanotecnología en México para el periodo 1994-2017



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de IMPI, OMPI y SIGA.



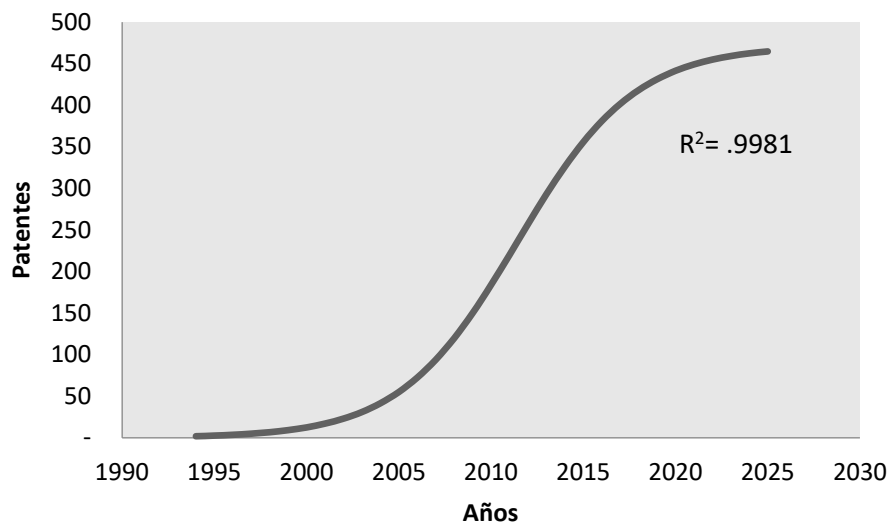
## II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología



El modelo logístico fue el de mejor ajuste a los datos experimentales con un coeficiente de determinación de 0.9981. En el gráfico 3 se muestra la curva ajuste. Por lo tanto, el análisis

cienciométrico de la cantidad de patentes producidas en el país responde a un modelo de crecimiento convencional descrito por un modelo sigmoïdal (tipo “S”).

**Gráfico 3. Modelo logístico de patentes en nanotecnología en México**



Fuente: elaboración propia a partir del tratamiento de los datos.

Los modelos con curvas tipo “S” son ampliamente utilizados para el análisis de crecimiento en diversas ramas del conocimiento como biología, innovación tecnológica y economía. La característica de estos fenómenos es que presentan una fase lenta de desarrollo inicial, seguida de una fase de rápido crecimiento y finalizan con una fase de saturación donde el

crecimiento se detiene lentamente (Cortés, 2013; Zartha *et al*, 2017).

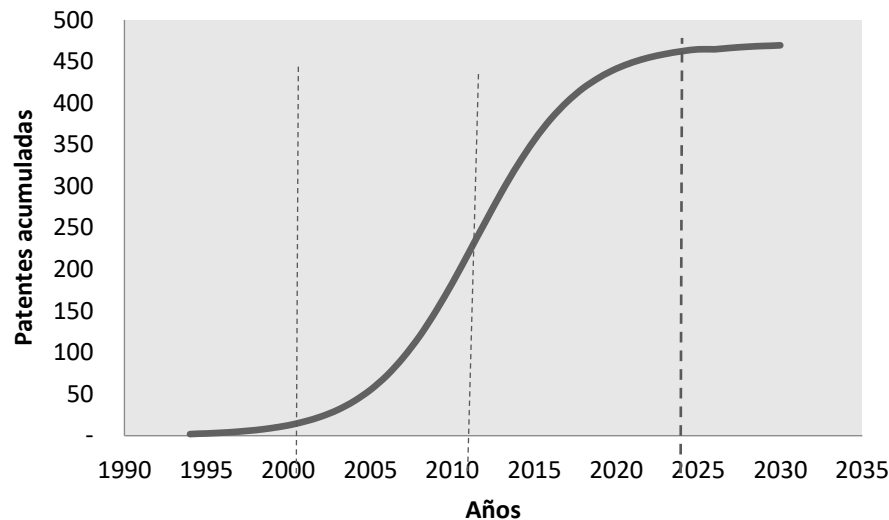
Una vez obtenido el modelo con mejor ajuste, se procedió a evaluar el punto de inflexión, así como sus mínimos y máximos para determinar las fases de la evolución de la nanotecnología en México.



## II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología



Gráfico 4. Evolución de la nanotecnología en México



Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 4 se muestran las tres fases de la nanotecnología en México, la fase inicial fue en el periodo de 1994 a 1999 y su fase de crecimiento temprano se realizó de 1999 a 2011 mientras que su etapa de crecimiento tardío será de 2011 a 2024. Por tanto, la nanotecnología en México se encuentra en una fase de crecimiento tardío, como se mencionaba en la descripción del gráfico 2 desde el punto de vista de Zartha 2017.

### CONCLUSIONES

La evolución de una tecnología se ajusta de manera adecuada a una curva logística y esto es debido a diversas circunstancias, el crecimiento lento de una curva "S" es el inicio de una tecnología donde aún existe poca información sobre ésta y pocos investigadores. La fase de crecimiento es cuando ya se superaron los pequeños problemas, la información está a la mano de todos, los investigadores han aumentado en el manejo de la nueva tecnología

De acuerdo con los resultados, el estatus de la nanotecnología es tecnología clave y debido a esto la estrategia a poner en marcha es construir y controlar sistemáticamente, según lo sugerido por Cortés y colaboradores en su crítica, a la correcta evolución de la tecnología desde el punto de vista estratégico (Cortés, 2013).

y finalmente, la etapa de estancamiento que es donde ya se exploró en su mayoría las posibles aplicaciones de la tecnología. Por lo tanto, los resultados de la investigación arrojan como resultado que la nanotecnología en México se encuentra en fase 3, la cual indica que ha evolucionado rápidamente, aunque de manera tardía y que sus innovaciones son incrementales. Como ya se había previsto, la nanotecnología es una tecnología clave para el país.



## II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología



### BIBLIOGRAFÍA

- Cimav. (2008). *Diagnóstico y Prospectiva De La Nanotecnología En México*. 17 de enero de 2018, de Cimav, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. Sitio web: [http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/Estudios/Diagnostico\\_y\\_Prospectiva\\_Nanotecnologia\\_Mexico.pdf](http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Estudios/Diagnostico_y_Prospectiva_Nanotecnologia_Mexico.pdf)
- Cortés, I. S. (2013). *Rating S curves models applied to the Colombian financial sector*. *Espacios*, 34(3), p. 19.
- Guerrero, A. (2016 mayo 30). *Nanotech, la vanguardia en nanotecnología en México*. 2018 enero 20, de CONACYT agencia informativa. Sitio web: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/centros-conacyt/7617-nanotech-laboratorio-de-vanguardia-en-nanotecnologia-en-mexico-reportaje>
- LA NANOTECNOLOGÍA EN LATINOAMÉRICA Y EL MUNDO. (2015 noviembre 6). Recuperado el 15 de enero de 2018 sitio web: <http://www.miclubtecnologico.com.ar/blog/la-nanotecnologia-en-latinoamerica-y-el-mundo/>
- Leydesdorff, L., y Milojević, S. (2013 septiembre 23). *Scientometrics* 2018 enero 15 de Cornell University Sitio web: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1208/1208.4566.pdf>
- Loya, I. E. (2006). *La Nanotecnología en México*. 2018 febrero 10 sitio web <http://laglobalizacion.blogspot.mx/2006/05/la-nanotecnologia-en-mexico.html>.
- Martínez, J. G. (2008). *Nanotecnología: un sector estratégico en innovación y creación de valor*. *Economía exterior* (44).
- Nanotechnology Products Data Base*. (2018 enero). Sitio web: Stat Nano: <http://product.statnano.com/>
- Pastrana H.F., Ávila, A. y Moreno, G. (2012). *Nanotecnología, patentes y la situación en América Latina*. *Mundo Nano Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología* 5(9).
- Perasso, V. (2016 octubre 12). *Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos)* BBC NEWS Mundo.
- Rodríguez, M. (enero 2016). *Las nonomáquinas que podrían revolucionar la medicina en los próximos años*. 2018 enero 17 de Euroresidentes Sitio web: <https://www.euroresidentes.com/tecnologia/nanotecnologia/nanomaquinas-revolucion-medica>
- The Nanodatabase*. (2012 enero). *Your inventory for products that contain Nanomaterials*. 2018 enero 17. SEARCH THE NANODATABASE por DTU Environment Sitio web: <http://nanodb.dk/en/>
- Vargas, P., Ortiz I. y Rojas V. (2006 octubre). *Vigilancia tecnológica aplicada a nanociencia y nanotecnología en países de Latinoamérica*. *Journal of Technology Management and Innovation* 1(4).
- Zartha, J. W., Zuluaga, D. F., Palacio, J.C. y Montes J.M. (2017 Abril). *Ciclo de Vida de Tecnologías y Curva en S Aplicadas en Subproductos de la Agroindustria Piscícola*. *SCIELO*, 28, pp. 105-114.
- Záyago, E. y Foladori, G. (2010 abril). *Nanotechnology in Mexico: an uncertain development*. *Economía, Sociedad y Territorio*. 10(32), pp. 143-178.



## II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología



Záyago, E., Foladori G., Villa L., Appelbaum R. y Arteaga, R. (2015 octubre). *Análisis económico sectorial de las empresas de Nanotecnología en México*. Instituto de Estudios Latinoamericanos – Universidad de Alcalá, 79, pp.1- 23.