

DOCUMENTOS DE TRABAJO IELAT

**Nº 79 – Octubre
2015**

**ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL DE LAS EMPRESAS DE
NANOTECNOLOGÍA EN MÉXICO**



**Edgar Záyago Lau
Guillermo Foladori
Liliana Villa Vázquez
Richard P. Appelbaum
Ramón Arteaga Figueroa**



ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL DE LAS EMPRESAS DE NANOTECNOLOGÍA EN MÉXICO.

Edgar Záyago Lau
Guillermo Foladori
Liliana Villa Vázquez
Richard P. Appelbaum
Ramón Arteaga Figueroa



Estos documentos de trabajo del IELAT están pensados para que tengan la mayor difusión posible y que, de esa forma, contribuyan al conocimiento y al intercambio de ideas. Se autoriza, por tanto, su reproducción, siempre que se cite la fuente y se realice sin ánimo de lucro. Los trabajos son responsabilidad de los autores y su contenido no representa necesariamente la opinión del IELAT. Están disponibles en la siguiente dirección: [Http://www.ielat.es](http://www.ielat.es)

Instituto de Estudios Latinoamericanos
Universidad de Alcalá
C/ Trinidad 1
Edificio Trinitarios
28801 Alcalá de Henares – Madrid
www.ielat.es
ielat@uah.es

Equipo de edición:

David Corrochano
Yurena González Ayuso
David Montero Pérez
Eva Sanz Jara
Inmaculada Simón
Lorena Vásquez González
Guido Zack

Consultar normas de edición en el siguiente enlace:
<http://www.ielat.es/inicio/repositorio/Normas%20Working%20Paper.pdf>

DERECHOS RESERVADOS CONFORME A LA LEY
Impreso y hecho en España
Printed and made in Spain
ISSN: 1989-8819

Consejo Editorial

UAH

Diego Azqueta
Concepción Carrasco
Isabel Garrido
Carlos Jiménez Piernas
Manuel Lucas Durán
Diego Luzón Peña
Pedro Pérez Herrero
Daniel Sotelsek Salem
Miguel Rodríguez Blanco
José Juan Vázquez Cabrera

Unión Europea

Walther Bernecker (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Alemania)
José Esteban Castro (Newcastle University, Gran Bretaña)
Sergio Costa (Instituto de Estudios Latinoamericanos, Universidad Libre de Berlín, Alemania)
Ana María Da Costa Toscano (Centro de Estudios Latinoamericanos, Universidad Fernando Pessoa, Porto, Portugal)
Georges Couffignal (Institute des Haute Etudes de L'Amérique Latine, Paris, Francia)
Olivier Dabène (Instituto de Estudios Políticos de Paris (Sciences Política), Francia)
Leigh Payne (Latin American Centre and Brazilian Studies Programme, Oxford, Gran Bretaña)
Marisa Ramos Rollón (Universidad de Salamanca, España)

América Latina y EEUU

Janete Abrao (Pontificia Universidad Católica de Rio Grande do Sul, Brasil)
Eduardo Cavieres (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile)
Francisco Cueto (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales –FLACSO–, República Dominicana)
Eli Diniz (Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil)
Juan Ramón de la Fuente (Universidad Nacional Autónoma de México, México)
Pablo Gerchunoff (Universidad Torcuato Di Tella, Argentina)
Christine Hunefeldt (Universidad de California San Diego, Estados Unidos)
José Luis Machinea (Universidad Torcuato Di Tella, Argentina)
Armando Martínez Garnica (Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia)
Carlos Marichal (El Colegio de México, México)
Marcos Neder (Trench, Rossi e Watanabe Advogados Sao Paulo, Brasil)
Peter Smith (Universidad de California, San Diego, EEUU)

Agradecimiento

Los autores agradecen el apoyo proporcionado por el proyecto "Nanotechnology in the Mexican industrial policy. A comparative methodological framework" de UC MEXUS-CONACYT Collaborative Grant, 2014-2015. Edgar Zayago Lau agradece el apoyo brindado por el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados (CINVESTAV).

ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL DE LAS EMPRESAS DE NANOTECNOLOGIA EN MÉXICO

Edgar Záyago Lau¹

Guillermo Foladori²

Liliana Vila Vázquez³

Richard P. Appelbaum⁴

Ramón Arteaga Figueroa⁵

Resumen

En este escrito se presenta un análisis de las empresas de nanotecnología en México. Se informa sobre su distribución geográfica, sobre la clasificación económica sectorial, y sobre el lugar en la cadena de valor de las nanotecnologías. La metodología puede ser replicada sin mayores modificaciones a otros países. Los resultados registran un total de 139 empresas que trabajan con nanotecnología en México. El principal sector corresponde a la manufactura de productos químicos, y la mayoría de los productos vendidos por las empresas nanotecnológicas son medios de producción (materia prima, materiales intermedios, instrumentos y equipo) para ulteriores procesos industriales.

Palabras clave: nanotecnologías, México, cadena de valor, empresas

Abstract

In this document the authors present an analysis of nanotechnology companies in Mexico. They identify geographical location, determine an economic classification and the companies' place in a simple value chain of nanotechnology. The methodology used here may be employed in other case studies to analyze the nanotechnology industry of any given country. The research indicated that there are a total of 139 nanotechnology companies in Mexico. Most companies are located in the chemical sector, and the majority of goods produced and traded are destined for further production (raw materials, intermediates, tools and equipment) for subsequent manufacturing processes.

Keywords: nanotechnology, Mexico, value chain, companies.

¹ Doctorado en Estudios del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas y con estudios posdoctorales en el Centro de Nanotecnología y Sociedad de la Universidad de California en Santa Bárbara. Investigador invitado en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV). Contacto: Privada de Lucca #23, Fracc. La Toscana, Guadalupe, Zacatecas, México. C.P. 98610. Email: zayagolau@gmail.com

² Antropólogo. Doctorado en Economía (UNAM). Co-coordinador de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS) sede Zacatecas. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Email: gfoladori@gmail.com.

³ Doctorado en Administración Pública. Profesora – Investigadora de la Unidad Académica en Economía de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Email: laura_lilianavilla@yahoo.com.mx.

⁴ Doctorado en Sociología (Universidad de Chicago). Co-director del Centro de Nanotecnología y Sociedad de la Universidad de California, Santa Bárbara. Email: rich@isber.ucsb.edu.

⁵ Estudiante de maestría en economía. Universidad Autónoma de Zacatecas. Email: arteagafigueroa@gmail.com.

ÍNDICE

Resumen.....	5
Abstract	5
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. Inventarios de nanotecnología y la situación en México	7
3. Metodología	11
4. Resultados y discusión	16
5. Conclusiones.....	22
6. Referencias.....	23

1. Introducción

Este trabajo presenta los resultados de una investigación sobre las cadenas de valor de las nanotecnologías en México. La investigación se desarrolló a través de cuatro etapas. Durante la primera se realizó un inventario de las empresas que trabajan con nanotecnología en México. Se localizaron 139 empresas. La segunda etapa consistió en la identificación del sector económico al cual pertenece el producto principal con nanotecnología de cada empresa; para ello se utilizó la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). La producción de sustancias y productos químicos resultó ser la más representada. La tercera etapa consistió en ubicar los productos, e indirectamente las empresas, en una cadena de valor simple de las nanotecnologías. La fase de la cadena de valor con mayor representación fue la de productos intermedios. La cuarta etapa fue identificar si los productos de las nanotecnologías tenían como destino principal el consumo productivo de posteriores procesos industriales, siendo así medios de producción, o el destino principal es el consumo individual, personal, por parte de los ciudadanos. La mayoría de los productos resultaron ser destinados a medios de producción.

El texto se presenta dividido en cuatro apartados. En el primero se reseñan inventarios de productos y empresas de nanotecnología en diferentes países y regiones, y se resume la situación mexicana. En el segundo se explica la metodología utilizada. En el tercero se presentan los resultados; y se culmina con las principales conclusiones.

2. Inventarios de nanotecnología y la situación en México

Vidrios auto-limpiantes, recubrimientos hidrófugos, materiales más resistentes, textiles inteligentes y fármacos que se auto-dosifican son algunos de los productos de las nanotecnologías que llegan al mercado. La materia a escala nanométrica presenta propiedades físico-químicas diferentes, y en muchos casos novedosas respecto de las que manifiesta la misma materia en tamaño mayor; de allí que los productos de las nanotecnologías resulten muchas veces multifuncionales, o desarrollen funciones que no se encuentran en equivalentes convencionales. Las primeras empresas con venta de productos de las nanotecnologías empezaron a operar en la segunda mitad de la década de 1990. Zyvex, por ejemplo, surgió en 1997 en Estados Unidos y se especializa en el desarrollo de nanomateriales para varios sectores industriales (Zyvex, 2015). La compañía Nanotex abrió sus puertas en 1998, y manufactura textiles con propiedades físico-químicas similares al manto de algunos animales, lo cual les permite repeler polvos y humedades (Nanotex, 2015). Sin embargo el rápido crecimiento de las nanotecnologías en el mercado ocurrió entrada la primera década del siglo XXI. Como resultado del impulso que ocasionó el lanzamiento de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología de los Estados Unidos en 2001, empresas de varios países se integraron a la competencia por ganar espacios en el mercado



nanotecnológico mundial. Este mercado se estimó en 339 mil millones de dólares en 2010 y 731 mil millones de dólares en 2012 (Luxresearch, 2014).

Varios factores llevaron a que algunas instituciones y gobiernos comenzaran a registrar o inventariar los productos de las nanotecnologías que entraban al mercado y las empresas que los producían. Entre estos factores está tanto la relevancia económica de esta revolución tecnológica, que augura cambios a veces disruptivos en la organización de la producción y en la división del trabajo, como los potenciales riesgos a la salud y el medio ambiente que, por desconocidos, requieren de atención particular.

El primer inventario público global sobre productos de las nanotecnologías fue creado en 2005 por el Woodrow Wilson International Center for Scholars (WWICS), en Washington D.C., Estados Unidos. Dicho inventario, ahora en su segunda versión y con más de 1 800 productos registrados, es una iniciativa compartida con el Instituto de Tecnología Crítica y Ciencia Aplicada del Instituto Tecnológico de Virginia (ITC-VT). La orientación del ITC-VT en materia tecnológica hizo factible la validación de los productos registrados en la base de datos (WWICS, s/f). El punto de partida de la recopilación de datos fue el análisis sistemático de la web y el complemento de tal información por iniciativa de algunas empresas. Este inventario se construye a partir del producto nanotecnológico en el mercado, por lo que existen varias empresas que obtienen más de un registro.

Nanowerk es un sitio web que tiene el objetivo de difundir sobre el desarrollo de las nanotecnologías. Mantiene varias bases de datos, incluyendo un registro global de compañías nanotecnológicas (nanowerk.com, 2015). Las empresas se clasifican en orden alfabético según el país donde se localiza la matriz. Los Estados Unidos lideran con 1 025 empresas, le sigue Alemania con 210, el Reino Unido con 143, Japón con 54, Suiza con 46, y otros países con menor cantidad.

Alemania tiene un inventario de las instituciones involucradas en el desarrollo de las nanotecnologías en el país. El Ministerio Federal de Investigación y Educación es el encargado de mantener este inventario, que incluye redes de investigación, laboratorios, universidades, agencias de gobierno, organizaciones no gubernamentales (ONGs), museos y empresas. De acuerdo a la información disponible en su sitio web, el inventario de empresas nanotecnológicas registra 830 pequeñas y medianas, y 279 grandes corporaciones. Los registros están clasificados según el sector de aplicación (automotriz, químico/materiales, construcción, energía, equipo, salud, etc.) y las disciplinas tecnológicas que complementan (biotecnología, óptica, química, etc.) (MFlyE, 2015).

El gobierno de Canadá mantiene un directorio nacional de compañías nanotecnológicas administrado por el Ministerio de Industria (Industry Canada – IC). El registro es voluntario y funciona como un mecanismo de vinculación entre las partes interesadas en el área. El directorio contiene dos sub-directorios: el primero se organiza en 3 subdivisiones de acuerdo a usuarios, productores y servicios



que se proveen; el segundo se subdivide en función de los nanomateriales utilizados (metálicos, súper aleaciones, polvos metálicos, materiales de carbón, materiales compuestos, etc.) (IC, 2015).

Dinamarca tiene un inventario de productos de las nanotecnologías que circulan en el mercado local: *Nanodatabase*. El inventario es patrocinado por el Consejo Danés de Consumidores, el Departamento de Ingeniería Ambiental y el Consejo Ecológico. El registro en el inventario se basa en la contribución de consumidores primordialmente. Para registrar un producto se llena un formulario en línea, en el cual se ingresa el nombre del producto y los datos generales de la empresa, además de anexar una foto del producto. Para comienzos del 2015 se tenían identificados 1 423 productos (Nanodatabase, 2015).

En Argentina, la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) mantiene un catalogo que ofrece información sobre empresas, proveedores, equipos y servicios de la cadena de valor de las nanotecnologías en el país. El método para incorporar nuevos registros al catalogo se hace mediante el llenado de un formulario y el envío de fotografías de los productos (FAN, 2012). Este procedimiento es similar al utilizado en Dinamarca o en Canadá. El inventario tiene algo más de cuarenta registros.

También hay bases de datos regionales o estatales. En Canadá las provincias de Ontario, Quebec y Alberta mantienen inventarios desde hace unos años. Sin embargo, el inventario de Alberta es específico sobre entidades manufactureras. El inventario NanoAlberta utiliza un mapa geo-referencial para ilustrar la ubicación de las más de 90 empresas y factorías en esa provincia (NanoAlberta, 2015). En los Estados Unidos también hay inventarios estatales, como en el caso de California (Frederick, 2014) y Massachusetts (azonano.com, 2014).

Como pudimos observar existen algunos inventarios nacionales y regionales que dan seguimiento a la generalización de las nanotecnologías. La mayoría de los inventarios utilizan la web como fuente para ubicar datos y, consecuentemente, registrar productos y empresas.

Al igual que la mayoría de los países, México colocó en sus planes de Ciencia, Tecnología e Innovación a las nanotecnologías como área prioritaria de desarrollo (Foladori & Invernizzi, 2013). Sin embargo, no existe un organismo gubernamental específico para orientar o programar este campo tecnológico, en contraste con lo que ocurre en muchos otros países, como Estados Unidos, China, Alemania o Japón entre los de vanguardia, o inclusive Brasil o Argentina en América Latina. Ha habido, no obstante, inversiones federales y estatales que muestran la intención por promover estas tecnologías. Tres tipos de inversiones destacan: laboratorios especializados, redes de investigadores y parques industriales.

El Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) es sede del Laboratorio Nacional de Nanotecnología (NaNoTeCh). Este laboratorio abrió sus puertas en 2006 y contó con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El NaNoTeCh se encuentra en Chihuahua y tiene



entre sus objetivos apoyar a las instituciones y empresas nacionales en el desarrollo de aplicaciones, materiales e investigación en el área (CIMAV, 2015). Otro que destaca es el Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología (LINAN), ubicado en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). El LINAN tiene una cartera de clientes que abarca instituciones públicas y privadas de investigación, así como empresas nacionales y extranjeras. El servicio que este laboratorio provee es el análisis y caracterización de nanomateriales de alta calidad (LINAN, 2015). En el directorio de laboratorios nacionales de CONACYT también está el Laboratorio Nacional de Nano-fabricación (NANOFAB), con sede en el Centro de Nanotecnología y Nanociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en Ensenada, Baja California. El NANOFAB se creó en agosto de 2014 y entró en operación a principios de 2015; se compone de 3 cuartos limpios distribuidos en 200 metros cuadrados, y tiene el objetivo de desarrollar aplicaciones electrónicas, médicas, automotrices y petroleras primordialmente (NANOFAB, 2015).

El segundo tipo de inversión se ha dirigido a la creación de redes nacionales de investigación. La Red de Nanociencias y Nanotecnología, creada en 2009, es una red de investigadores de las ciencias naturales e ingenierías principalmente. Tiene varios objetivos, como el hacer un diagnóstico del estado del arte de las capacidades en nanotecnología dentro del país y vincularlas con la solución de problemas específicos (RNyN, s/f). Los resultados de la convocatoria 2014 para el registro y estructuración de redes temáticas CONACYT anuncian la formación de la Red Internacional de Bio-nanotecnología con impacto en Biomedicina, Alimentación y Bioseguridad. La institución sede es la UNAM y dos entidades, la Coordinación de Investigación Científica y el Centro de Nanotecnología y Nanociencias, fungen como nodos administradores (Conacyt, 2014).

El tercer tipo de inversión ha sido la creación de parques científico-industriales especializados en nanotecnología. El proyecto bandera del gobierno mexicano es el Clúster de Nanotecnología de Nuevo León (CNNL), el cual agrupa un importante número de empresas nano. El CNNL funciona bajo el modelo de la triple hélice, vinculando academia, empresas y gobierno para generar ventajas competitivas (González-Hernández, 2011a). EL CNNL entró en operaciones en 2008 y cuenta con una incubadora especializada en el desarrollo de nanomateriales para su comercialización. A pesar de las inversiones y desarrollo de las nanotecnologías en diversas instituciones no existe en México un registro que identifique dónde se investiga, qué se produce o qué se vende con nanotecnología. Sin embargo, como miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y dado que esta organización ha lanzado encuestas piloto e iniciativas de registro de información sobre nanotecnología en varios de sus países, México ha incorporado a su sistema de estadísticas económicas encuestas específicas sobre nanotecnología a partir de 2011.

En 2012 el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) presentó los resultados de la primera encuesta sobre nanotecnologías (Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y



Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología –ESIDET-). La unidad para la muestra fueron las empresas con 20 o más empleados dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines o no lucrativos (INEGI, 2014). La encuesta ofrece cifras globales, estimando en 188 las empresas trabajando con nanotecnologías en México; lo que colocó al país en octavo lugar de entre los países miembros de la OCDE (OECD, s/f). Los datos de la muestra son confidenciales, por lo cual no se conocen las empresas encuestadas ni la rama productiva o el producto de las nanotecnologías.

En 2013 una investigación académica, realizada el año anterior a partir de información de la web, identificó 101 empresas de nanotecnología en México y las clasificó según el sector económico que el producto de nanotecnología en el mercado representaba (Záyago, Foladori, Appelbaum & Arteaga, 2013). Esta investigación constituye el antecedente de la que ahora se presenta a partir de una investigación más exhaustiva.

3. Metodología

Las cuatro fases de la investigación requirieron la aplicación de cuatro metodologías específicas. La primera para la elaboración de un inventario, con el propósito de identificar las empresas de nanotecnología; la segunda para establecer la clasificación económica sectorial; la tercera para ubicar la producción en términos de una cadena simple de valor de las nanotecnologías; y, la cuarta para agrupar los productos según el destino sea para medios de producción de ulteriores procesos productivos o bien productos de consumo personal.

a) Inventario de empresas de nanotecnología

La identificación de empresas de nanotecnología implicó una búsqueda sistemática y el uso de criterios de validación de los datos obtenidos durante un periodo de siete meses, entre septiembre de 2014 y marzo de 2015.⁶ El punto de partida fue el producto o productos con nanotecnología que la empresa lanzaba al mercado. En la gran mayoría de los casos las empresas publicitaron sólo un producto con nanotecnología. En los pocos casos en que se encontró más de uno se seleccionó el primero identificado. La información fue recopilada a partir de diferentes fuentes: búsqueda en la Web (los siguientes identificadores fueron utilizados: nano*+México, producto+México+nano*, empresa+México+nano*); artículos científicos y de divulgación; presentaciones en encuentros, foros y congresos; entrevistas con investigadores; revisión hemerográfica de los principales periódicos de México (e. g. La Jornada, Reforma, Milenio, El Universal) y sitios de noticieros (CNN-español, Unotv, MVS-Noticias, etc.); propaganda en medios de comunicación; empresas localizadas en los parques especializados; proyectos de cooperación y otros esquemas vinculantes entre investigadores y empresas

⁶ La cantidad de productos y empresas de nanotecnología con presencia en el mercado pueden cambiar diariamente, por ello es importante considerar el espacio temporal que abarcó la investigación.

(resultados de convocatorias CONACYT, por ejemplo). Una vez establecida una lista preliminar que identificaba nombre de empresa, producto en el mercado, localización geográfica, referencia de información y datos accesorios, se procedió a la validación de dicha lista mediante alguno de los siguientes criterios:

- La empresa explicitó en su página web la aplicación o utilización de nanotecnologías;⁷
- Existía propaganda del producto donde era manifiesto el contenido nanotecnológico;
- Voceros de la empresa validaron el uso de nanotecnología en artículos, entrevistas o presentaciones públicas.

El resultado arrojó 139 casos confirmados. La información se ordenó en una matriz que incluye: nombre de la empresa, ubicación geográfica (estado y ciudad), localización de la matriz en el extranjero cuando fuese el caso, tamaño de la empresa (número de empleados),⁸ manufactura local o en el extranjero, referencia web o publicación de validación, y fecha del registro.⁹

El total de empresas nanotecnológicas en el mercado mexicano es sumamente difícil de conocer en un momento determinado; por lo tanto, el inventario que aquí se presenta no es ni exhaustivo ni estadísticamente representativo. Significa, no obstante, el único inventario amplio y sistemáticamente que puede dar indicaciones generales sobre la orientación del desarrollo de las nanotecnologías a la fecha. El resultado obtenido de 139 empresas identificadas con nombre, dirección y producto nanotecnológico es diferente de la estimación por muestreo a la cual llegó INEGI en 2012 con un resultado de 188 empresas (INEGI, 2014).

Como el inventario se realizó a partir de los productos en el mercado, quedaron fuera, en primera instancia, aquellas empresas que realizan I&D en nanotecnología pero que no producen. Este podría ser el caso de empresas que tienen patentes en nanotecnología pero no fue posible identificar ningún producto en el mercado. También cuando la empresa tiene un proyecto financiado de investigación en nanotecnología pero no fue posible identificar productos. Es claro que una empresa que lanza productos al mercado también puede estar realizando I&D, pero esta información no fue posible corroborarla. Aunque restringida a empresas que no tienen producto confirmado en el mercado, y por tanto subestimada, la información sobre I&D en nanotecnología fue registrada en una segunda instancia.

⁷ Se utilizaron 3 métodos para encontrar la información en la página de la empresa: 1) operador de búsqueda de google + palabras claves (nanotecnología, nano, nanopartícula, nanomaterial; ejemplo nano site: [www.\(nombre/ruta\).com](http://www.(nombre/ruta).com); 2) el motor de búsqueda del sitio web, cuando estaba disponible y 3) una búsqueda manual en los catálogos en línea de productos o en el formato descargable.

⁸ Se utilizó el criterio de número de empleados: micro (1 a 9), pequeña (10 a 49), mediana (50 a 249) y, grande (250+).

⁹ La matriz con la información es accesible en la página Web de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS).



b) Clasificación de los productos nanotecnológicos según sector económico

La segunda fase de la investigación consistió en establecer la clasificación económica sectorial. Mediante procedimiento manual se adjudicó la clasificación ISIC/4 para cada uno de los productos nanotecnológicos del inventario, y a partir del buscador correspondiente de la página web de Naciones Unidas.¹⁰ ISIC/4 es la identificación -en inglés- de la – revisión 4 (*International Standard Industrial Classification of All Economic Activities*) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). La CIU se utiliza en la mayoría de países y organismos internacionales para clasificar sectores económicos (ONU, 2006). La plataforma se basa en una codificación alfanumérica jerárquica, y clasifica según lo que llama “actividades”, y éstas incluyen tanto la manufactura de productos como servicios. Comienza con 21 secciones de acuerdo a una letra del alfabeto y, posteriormente, utiliza dos dígitos para clasificar la división, tres para el grupo y cuatro para la clase (Sección, División, Grupo, Clase) (United Nations, 2008). A cada uno de los productos le fue adjudicada esta clasificación. Como se trataba de productos tangibles, todos ellos corresponden a la Sección Manufactura, identificada con la letra C por la CIU. Esta Sección incluye las actividades que conllevan a la transformación física de los materiales para obtener un producto (ONU, 2006, 29). En los casos en que se identificaron empresas que realizaban I&D en nanotecnología pero no se registraban productos producido también se les adjudicó la clasificación CIU de la Sección M “actividades profesionales y científicas” que incluye I&D.¹¹ El resultado de esta clasificación fue incorporado a la matriz; así, por ejemplo, un cosmético con nanotecnología fue clasificado como C 2023, que según ISIC/4 incluye:

Hierarchy

- *Section: C - Manufacturing*
- *Division: 20 - Manufacture of chemicals and chemical products*
- *Group: 202 - Manufacture of other chemical products*
- *Class: 2023 - Manufacture of soap and detergents, cleaning and polishing preparations, perfumes and toilet preparations*

Explanatory note

*This class includes [entre muchos otros]
· beauty and make-up preparations*

<http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regs.asp?Cl=27&Lq=1&Co=2023&qryWords=2023>

c) Ubicación en la cadena de valor de las nanotecnologías

La tercera fase de la investigación requirió una metodología para ubicar cada uno de los productos en la cadena de valor simple de las metodologías. Se utilizó como guía el proyecto “California in the nano-economy” que registra a las empresas de nanotecnología en la cadena de valor (Frederick,

¹⁰ El buscador en línea está disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regs.asp?Lg=1>

¹¹ No se incluyeron instituciones de educación o laboratorios públicos, sino solamente empresas privadas.



2014).¹² Este proyecto utiliza como estructura de base una cadena de valor simple de las nanotecnologías desarrollada inicialmente por Luxresearch (2004). Esta cadena considera las siguientes etapas o fases:

- 1) Nanomateriales. Se trata de materiales con una, dos o tres dimensiones en la nanoescala.
- 2) Nano–intermedios. Los nano-intermedios normalmente funcionalizan nanopartículas o nanoestructuras o hacen compuestos para ser aplicados a los productos finales.
- 3) Productos finales nano–habilitados. Se trata de productos finales que incorporan nano materia prima y/o nano intermediarios. Son destinados al consumidor final o a la industria como medios de producción.
- 4) Nano–herramientas, equipo y maquinaria. Se incluye equipo de medición manipulación, análisis y producción de nanomateriales y nanoestructuras o su aplicación a otros procesos productivos.

En esta investigación registramos la Investigación y Desarrollo (I&D) en nanotecnología aunque de manera parcial, pero que puede ofrecer interesante luz sobre la orientación de la I&D de nanotecnología en México.¹³

Esta clasificación en la cadena de valor no puede tomarse como cerrada ni exacta, dada la variedad de productos de las nanotecnologías. La idea general es distinguir grandes etapas en la investigación (de básica a aplicada) y en la llegada del producto al usuario final (como medio de producción o medio de consumo). Nano materias primas constituyen la primera etapa de producción material, en la cual se obtienen materiales a escala nano, sea partículas o estructuras. La segunda etapa está constituida por la composición, funcionalización o adaptación de la materia prima para poder ser aplicada en otros procesos industriales. El concepto de producto final sugiere que dicho producto no sufre nuevas transformaciones físico-químicas, y eso lo distingue de los productos intermedios.

Para efectos prácticos de la clasificación de los productos nanotecnológicos en la cadena de valor se utilizaron los conceptos que se muestran en el Cuadro 1 para cada etapa.

¹² El proyecto agrega abundante información sobre los diferentes agentes que colaboran, sea a nivel de educación, apoyo institucional, administrativo, regulatorio, etc. Esta información no fue incorporada a nuestra investigación sobre empresas de nanotecnología en México en esta primera instancia.

¹³ Se repite aquí la salvedad de que esta fase está siempre subestimada, en virtud de que la investigación parte del producto final en el mercado y sólo recoge información de I&D cuando la empresa sólo realiza esta actividad sin producir mercancías tangibles.

Cuadro 1. Conceptos clave para identificar productos de la nanotecnología en la cadena de valor

I&D	Materia prima	Materiales intermedios	Productos finales	Instrumentos de medición y manipulación
Empresas que no venden producto pero realizan investigación en nanotecnología	Nanopartículas Nanofibras Nanotubos Nanocables Nanopartículas esféricas Nano-capas Nano-películas	Recubrimientos Catalizadores Sensores y NEMS Generadores y almacenadores de energía Transportadores de fármacos Circuitos integrados Nanocompuestos	Vestimenta Artículos deportivos Artículos para el hogar Productos de construcción Transporte Electrónicos y computadoras Productos para el cuidado personal Alimentos y productos agrícolas Productos médicos y medicinas	Equipo o herramienta dedicada al análisis, desarrollo, producción o aplicación de nanomateriales o materiales nanoestructurados

Fuente: excepto la columna I&D, el resto está tomado de Stacey Frederick, *California in the nano-economy* (<http://californiananoeconomy.org/>)

En base a los conceptos anotados arriba y los términos clave cada uno de los productos fue clasificado manualmente, siguiendo la información y descripción que del producto ofrece el productor.

d) **Carácter del producto en el proceso de acumulación de capital**

Los productos finales pueden ser destinados a nuevos procesos de acumulación de capital (consumo productivo) y, por tanto, ser medios de producción; o bien pueden ser destinados al consumo individual de las personas. Esta información es útil para entender el carácter de la revolución de las nanotecnologías en el proceso de acumulación de capital, ya que cuando se trata de nuevos medios de producción la tecnología dinamiza directamente el desarrollo material y es palanca del crecimiento económico; mientras que cuando se trata de productos de consumo final la tecnología beneficia las condiciones de vida del consumidor pero no es palanca del crecimiento económico.

La clasificación no es sencilla porque el mismo producto puede ser utilizado como medio de producción o como medio de consumo. Un automóvil es un medio de producción cuando utilizado por una empresa para desplazar a trabajadores, pero es un medio de consumo cuando usado de forma personal por el ciudadano. La harina es consumida como medio de producción por panaderías y otras



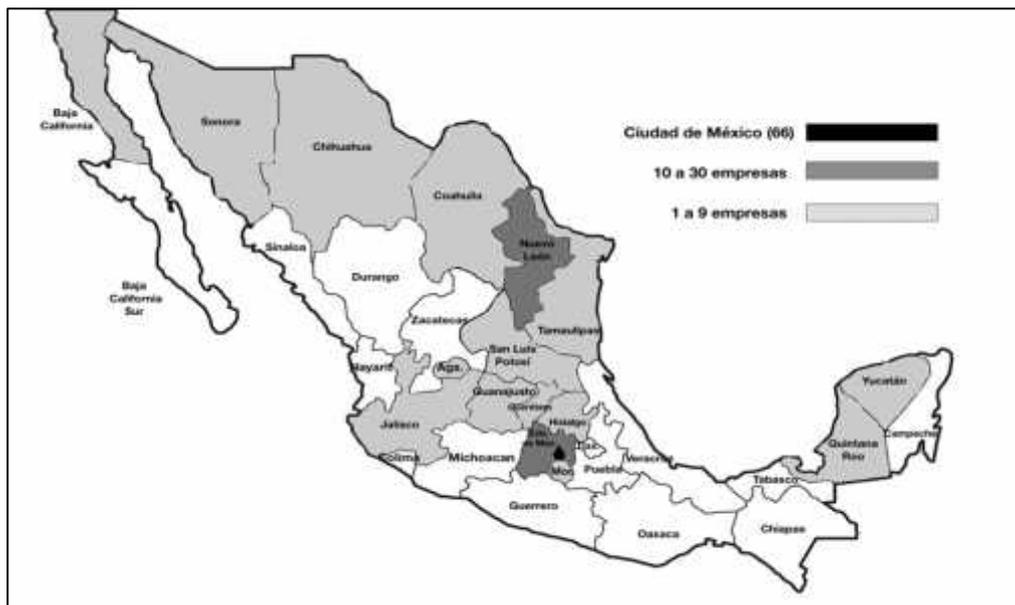
industrias alimenticias, pero también puede ser comprado para uso doméstico en la casa de cualquier persona como medio de consumo. Sin embargo, algunos de los grupos de productos son claramente medios de producción, como ocurre con la materia prima, con los materiales intermedios, con los instrumentos y herramientas, y, también en el caso de los productos finales catalogados como productos de la industria de la construcción, o del sistema de transporte.¹⁴

4. Resultados y discusión

Fueron identificadas 139 empresas. Existe una fuerte concentración espacial en la Ciudad de México y estados vecinos, y en el nortero estado de Nuevo León. Para determinar la localización espacial de la empresa se utilizó la dirección de sus oficinas centrales (casa matriz). En algunos casos es posible ubicar el centro de producción en una dirección distinta al de la casa matriz pero, en la generalidad, el domicilio principal coincide con el de producción. El Gráfico 1 muestra la distribución geográfica.

Gráfico 1

Distribución geográfica de las empresas de nanotecnología en México



Fuente: elaboración propia

Entre el Distrito Federal con 66 empresas y Nuevo León con 30, se alcanza el 69 por ciento del total. El mapa indica, además, la presencia de empresas de nanotecnología en toda la franja fronteriza con los Estados Unidos, y en el centro occidente del país. En la franja fronteriza de ubican varias empresas maquiladoras, y en el estado de Jalisco el núcleo fuerte de investigación y producción de

¹⁴ En este sector los automóviles son claramente una excepción, ya que son mayoritariamente productos de consumo personal (excepción de camiones y otros vehículos de trabajo)

electrónicos. Es probable que en estos estados prevalezca la orientación de las nanotecnologías hacia la industria electrónica y con destino a la exportación. Los otros estados con mayor desarrollo industrial, Nuevo León y Estado de México, concentran, junto a la Ciudad de México y Jalisco, el 82 por ciento de las empresas de nanotecnología en México, así como las principales universidades y centros de investigación. En contraste, en los estados no sombreados, que incluye a los más pobres, no ubicamos empresa con proceso de manufactura con nanotecnología. Para el caso de Yucatán y Quintana Roo, los únicos estados del sur que aparecen sombreados, sólo encontramos una empresa respectivamente lo que quiere decir que prácticamente el grueso de la actividad productiva con las nanotecnologías se encuentra en el centro-norte del país. Esto sugiere que las nuevas tecnologías tienden a profundizar la brecha pre-existente entre zonas más y menos desarrolladas.

No todas las 139 empresas tienen producción doméstica. En muchos casos resulta difícil determinar si el producto con nanotecnología que comercializan fue producido en territorio nacional o importado. En algunos casos la distinción es explícita. El cuadro 2 muestra esta diferencia.

Cuadro 2. Distribución de empresas NT en México

Empresas	Cantidad	%
<i>Manufactura</i>		
Nacional	74	53.24
Importada	44	31.65
Sin información indicativa de lugar de producción	21	15.11
Total	139	100.00

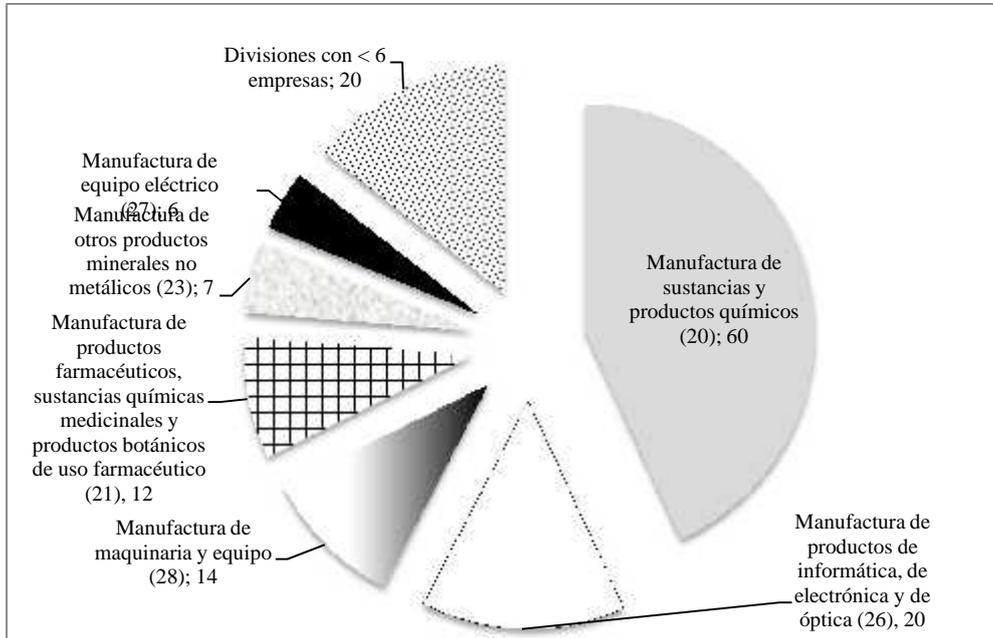
Fuente: elaboración propia

En algo más del 50 por ciento de los casos (74 empresas) se pudo establecer su producción nacional, y en 32 por ciento se trataba de producción importada y comercializada en el país.

Las empresas manufactureras, que suman 139, pueden ser agrupadas de acuerdo al producto con nanotecnología y su clasificación según la metodología CIUU de Naciones Unidas. La distribución económica resultante, por divisiones en la terminología de CIUU, abarca 6 divisiones manufactureras. Debe enfatizarse que, como la clasificación se realizó a partir del producto con nanotecnología en el mercado, la clasificación económica no necesariamente refleja la de la empresa. De esta forma una empresa que tiene varias líneas diferentes de producción fue clasificada exclusivamente según el producto con nanotecnología. La CIUU subdivide a la sección manufactura en 24 divisiones. En el caso de México, los productos con nanotecnología sólo representan 6 divisiones. El Gráfico 2 permite visualizar la participación de cada una de estas divisiones manufactureras.

Gráfico 2.

Empresas manufactureras de nanotecnología en México según división CIIU

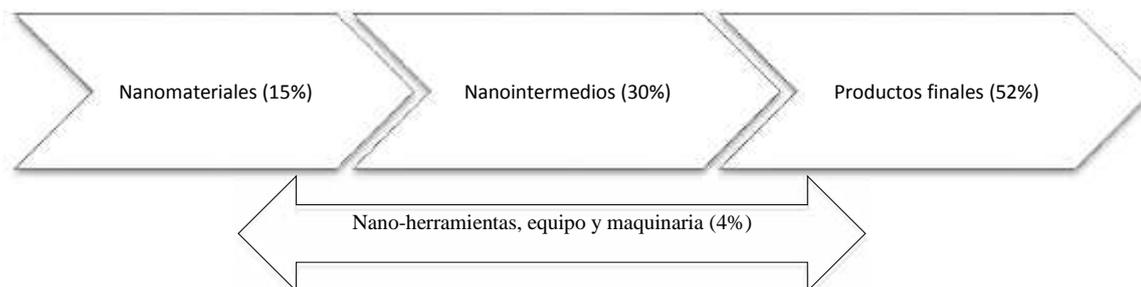


Fuente: elaboración propia

El Gráfico 2 muestra el código CIIU (dos dígitos) entre paréntesis para cada división manufacturera, seguido de la cantidad de empresas representadas. Salta a la vista que la manufactura de sustancias y productos químicos es mayoritaria, triplicando a la siguiente que es la manufactura de productos de informática, electrónica y óptica. Le sigue la manufactura de maquinaria y equipo, y a poca distancia la manufactura de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico. Entre estas cuatro divisiones se cubre más del 75 por ciento de toda la industria manufacturera nanotecnológica de México. La distribución de los productos según estas divisiones manufactureras indica una inclinación hacia la ciencia básica, fuertemente representada en los productos químicos, pero también en la manufactura de productos de informática, electrónicos y ópticos.

La ubicación de los productos nanotecnológicos en la cadena de valor de las nanotecnologías refleja la ubicación de las empresas, dado el punto de partida de que sólo un producto está representado por cada empresa. La visión de conjunto de la distribución de las empresas en la cadena de valor se presenta en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Distribución porcentual de las empresas en la cadena de valor de las nanotecnologías



Fuente: elaboración propia

Un mayor detalle de esta cadena de valor está plasmado en el Cuadro 3. Allí la materia prima se desagrega en cinco grupos, los nano intermedios en cuatro, y los productos finales en cinco grupos.

Cuadro 3. Empresas nanotecnológicas según su ubicación en la cadena de valor

Nano materia prima según base	No.	Nano intermediarios	No.	Productos finales	No.	Herramientas y equipo	No.
Carbón	3	Circuitos	14	Vestimenta, deportes & hogar	17	Equipo de análisis	5
Inorgánica	1	Recubrimientos	11	Cuidado personal y alimentos	17		
Metálica	9	Compuestos	15	Construcción e industria	21		
Polímeros	7	Componentes electrónicos	1	Salud	9		
Semi metálicos	1			Transporte	8		
Total	21 (15.11%)		41 (29.50%)		72 (51.80%)		5 (3.60%)

Fuente: elaboración propia

Esta subdivisión en la cadena no marca una clara inclinación hacia un determinado tipo de nanomaterial o de productos intermedios, y habrá que esperar el aumento de la producción con nanotecnología para poder determinar el grado de especialización.

En la primera etapa de la cadena de valor, correspondiente a los nanomateriales y nanoestructuras, se localizaron 21 empresas. Las que fabrican con nanomateriales metálicos

constituyen el primer grupo con nueve casos. Le siguen estructuras poliméricas con siete; el resto con tres y menos. Destacan, en esta primera etapa, empresas como Praxair, TCM watches, Tenaris Tamsa y Dupont. Los principales nanomateriales identificados son dióxido de titanio, plata, oro, hidróxido de magnesio y nanotubos de carbono.

41 empresas conforman la etapa de nano-intermedios. Tres tipos de productos se encuentran mayormente en esta etapa: circuitos, compuestos y recubrimientos. Comex, por ejemplo, fabrica una pintura anti-vegetativa y “auto-pulible” (Comex, 2015). La empresa Empower Circle México (Trunano) importa un recubrimiento que brinda protección contra manchas, vandalismo, abrasión y desgaste, el cual denominan “Grafiti Armor” (Empowercircle, 2015). Algo más de la mitad de las empresas que producen nano-intermedios manufactura en el extranjero y vende en México. Tal es el caso de Recubritec, Nanodepot, Protec, Altana, Vinssa, Leyvitec, Flextronics, Kodak, Toshiba, Fei y Circuit Check.

Hay 72 productos localizados en la etapa final de la cadena de valor. La mayoría están en los segmentos de construcción e industria, seguidos de productos de cuidado personal, alimentos y agrícolas, y vestimenta, deportes y del hogar. En el segmento de construcción e industria encontramos varias empresas importantes. Cemex, una multinacional mexicana, y de las mayores del mundo en producir productos para la industria de la construcción, tiene su matriz en Monterrey, produce y comercializa un concreto llamado *Fortium ICF* que permite economizar en costos de mantenimiento y de energía (Cemex, 2015). Vitromex, localizada en Saltillo, Coahuila, manufactura varios productos nanotecnológicos, pero sobresale una línea de pisos de cerámica anti-bacteriales con nanopartículas de plata y estabilizadas con zirconio (Vitromex, 2015). Global Proventus, con matriz en Monterrey, es una empresa que fabrica nano-membranas especializadas para filtración de agua para uso residencial, comercial e industrial (Globalproventus, 2015). En el segmento de cuidado personal, alimentos y productos agrícolas encontramos empresas mexicanas como Sigma, Xignus, Gresmex y Nanonutrition, y también empresas con matriz en el extranjero como Avon, Sanki, Vitamist (representante de Mayor Labs), Kellogs y otras más. Sigma, por ejemplo, utiliza envases funcionales de menor peso y nano-películas para el envasado de productos que se deterioran al contacto con el oxígeno (Clusternano, 2010). La empresa Avon, con matriz en la ciudad de Nueva York, Estados Unidos, manufactura cosméticos con diferentes tipos de nanopartículas (Avon, 2011). Vitamist, representante en México de la empresa estadounidense Mayor Labs, ofrece vitamínicos en nano-espray, con el objetivo de aumentar la absorción una vez que son aplicados en las paredes bucales (Vitamist, 2015).

Es posible que varias de las empresas que manufacturan con nanotecnología en México también realicen I&D. Esta información no pudo de captada; sin embargo hemos registrado 21 empresas que sin lanzar productos al mercado están realizando I&D en nanotecnología, a juzgar por patentes registradas o proyectos de investigación financiados. Como se trata de información parcial no la hemos incluido en la cadena de valor. Pero algunos ejemplos son ilustrativos de los lugares y temas de investigación.



El estado de Nuevo León concentra nueve empresas de las 21 que realizan I&D. Frisa Forjados, por ejemplo, es una empresa que realiza investigación sobre nanomateriales y aplicaciones en el Clúster de Nanotecnología de Nuevo León (Bárceas, 2010). La empresa Copamex realiza investigación con la encomienda de desarrollar nanomateriales ignífugos para aplicarse a cartón o papel (González, 2011b). Fuera de Nuevo León está Cementos Chihuahua, ubicada en la ciudad del mismo nombre, la cual participó en una investigación sobre las características físicas de cemento habilitado con nanomateriales (óxido de silicio) (Cervantes et al., 2013). Hay otras empresas en I&D localizadas en otras entidades federativas, como Mezfer, Resymat, Celanese y Casematic, las cuales cuentan con patentes en nanotecnología.

Una vez distribuidas las empresas en la cadena de valor resulta ilustrativo analizar en qué medida el producto final es un nuevo medio de producción de sucesivos procesos industriales o va dirigido al ciudadano consumidor final. Distinguimos así los medios de producción de los medios de consumo. Esta distinción no es exacta cuando se trabajan agregados, como es el caso y como fue señalado anteriormente. La harina puede ser consumida como producto final pero la mayoría se destina a medio de producción de la industria del pan y las galletas. Por lo regular al trabajar con datos agregados se subestiman los medios de producción, ya que por razón de la acumulación ampliada de capital el grueso de la producción vuelve a formar parte de nuevos procesos productivos. Existen, no obstante excepciones contrarias, como es el caso de la industria automovilística con el carro de uso personal. Pero esta información, aunque aproximada, es de importancia para identificar el papel de las nanotecnologías en el proceso de acumulación de capital.

El cuadro Cuadro 4 agrupa las empresas según sus productos sean medios de producción o medios de consumo

Cuadro 4. Empresas según producción de medios de producción o de medios de consumo

	Cantidad
Nano materiales	21
Nano intermedios	41
Productos finales (Construcción e industria; Transporte)	≈ 29
Herramientas y equipo	5
Sub Total	96 (69%)
Producen medios de consumo	
Productos finales (Vestimenta, deportes & hogar; cuidado personal y alimentos; y, salud)	≈ 43
Sub Total	43 (31%)
TOTAL	139

Fuente: elaboración propia

Grosso modo 96 empresas producen medios de producción, lo cual constituye casi el 70% del total, y 43 empresas producen medios de consumo (aproximadamente 70% del total).

Empresas que producen medios de producción son, por ejemplo, Viakable, encargada de manufacturar cables industriales con recubrimiento nano; Polímeros nacionales, empresa que produce nanomateriales para la industria; Sony, compañía que manufactura oleds para pantallas; o, Kaltex, entre cuyos productos destaca una nano-fibra bactericida que evita los malos olores. Empresas que producen medios de consumo son, por ejemplo, 3M, que comercializa productos dentales y de uso médico; Whirlpool y Mabe, que manufacturan y comercializan algunos productos de línea blanca que contienen nanomateriales; y, Ten Pac, que es una empresa que fabrica calzado industrial.

5. Conclusiones

México investiga en nanotecnologías desde los años noventa. Durante la primera década del siglo XXI fondos públicos fueron destinados a laboratorios especializados, al establecimiento de parques industriales y a la creación de redes de investigación. No obstante, no existe un programa o institución pública que establezca lineamientos para su desarrollo y concentre la información, de manera que se obtienen datos dispersos, y tampoco se conoce el monto de inversión destinado a estas tecnologías. La investigación que se llevó a cabo para recabar información sobre empresas que producen y comercializan productos de las nanotecnologías en México es un esfuerzo para cubrir parte de tales lagunas.

La investigación abarcó cuatro etapas sucesivas. En la primera se realizó un inventario de empresas nanotecnológicas en México, identificando 139. En la segunda parte se clasificaron los productos con nanotecnología según la *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* de la Organización de las Naciones Unidas, lo cual permitió mostrar que el 40 por ciento de los productos corresponden a la manufactura de sustancias y productos químicos; seguido con un 14 por ciento por la manufactura de productos de informática, electrónica y óptica. En la tercera etapa se localizaron las empresas según una cadena de valor simple de las nanotecnologías, que distingue la materia prima (nano materiales y materiales intermedios) de los productos finales y de los instrumentos y equipo, mostrando que aproximadamente la mitad de los productos de las nanotecnologías en el mercado son productos finales, y otro tanto nanomateriales, materiales intermedios e instrumentos. La cuarta y última etapa consistió en clasificar los productos según si se volcaban prioritariamente a nuevos procesos productivos (consumo productivo) o para el consumo personal. El resultado mostró que cerca del 80 por ciento de los productos tienen como fin el consumo productivo.

6. Referencias

- Avon, "Nanotechnology, Corporate Responsibility", 2011, en http://www.avoncompany.com/corporatecitizenship/corporateresponsibility/resourcecenter/policies_and_procedures/pdf/2011-nanotechnology.pdf consultado el 12 de junio 2014.
- Azonano.com, "Nanotechnology Market Report", 2014, en <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3133> consultado el 12 de marzo de 2015.
- Bárceñas, E., "Nanometrópoli", *Revista poder y negocios*, S.N., 2010, en <http://www.especialistas.com.mx/saiweb/viewer.aspx?file=c8u0JHolyPzScjDD09MU1WEbNi/SO333Q@@6k2Yd4rfhlooUzh3TxU79Wu4HcAF3&opcion=0&encrip=1> consultado el 20 de marzo de 2015.
- Cemex, "Buiding the cities of the future report", 2015, en <http://www.cemex.com/InvestorCenter/files/2012/CemexSdr2012.pdf> consultado el 20 de marzo de 2015.
- Cervantes, M.J., Calderon, F., Terrazas, A., Margulis, J., Nava, J., San Miguel, G., Sanchez, J., Durstewitz, C. & Villafaña, A., "Corrosion Resistance, Porosity and Strength of Blended Portland Cement Mortar Containing Rice Husk Ash And NanoSiO₂", *Int. J. Electrochem. Sci*, volumen 8, 2013, pp. 10697 – 10710.
- CIMAV (Centro de Investigación de Materiales Avanzados), "Laboratorio Nacional de Nanotecnología", 2015, en <http://ntch.cimav.edu.mx/> consultado el 22 de febrero de 2015.
- Clusternano, "Empresas en el cluster", 2010, <http://www.clusternano.org/nanomonterrey2010/> consultado el 30 de junio de 2011.
- Comex, "Catálogo de productos. Marine Coating AF 53", 2015, en <http://www.comex.com.mx/CATALOGUE/Product/Marine-Coatings-AF-53.aspx> consultado el 12 de mayo de 2015.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), "Resultados Registro y Reestructuración de Redes Temáticas", 2014, en <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-redes-tematicas-de-investigacion/resultados-redes-tematicas-de-investigacion> consultado el 20 de marzo de 2015.
- Empowercircle, "Productos industriales, en construcción", 2015, en <http://www.empowercircle.com/es/industrial/> consultado el 12 de junio de 2015.
- FAN (Fundación Argentina de Nanotecnología), *Quién es quién en nanotecnología*, Buenos Aires, Fundación Argentina de Nanotecnología, 2012.
- Foladori, G., & Invernizzi, N., "Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America", *Journal of Arts and Humanities*, volumen 2(3), 2013, pp. 36–45.
- Frederick, Stacey, *The Nanotechnology Value Chain Model & Template*, unpublished manuscript, Duke University, Center on Globalization, Governance and Competitiveness, 2014.
- Globalproventus, "Membranas para filtración", 2015, en <http://www.global-proventus.com/productos/membranas/membranas/> consultado el 12 de marzo de 2015.
- González-Hernández, Jesús, "El clúster de nanotecnología de Nuevo León: estrategia y operación", *Mundo Nano*, volumen 4(1), 2011^a, pp. 18-23.
- González-Hernández, Jesús, *Vinculación del CIMAV con las Empresas del Clúster de Nanotecnología de Nuevo León*, [Presentación en PPT], 2011b, en <http://nanored.org.mx/documentos/Queretaro-2011%5CMESA%201%20-%20Dr.%20Jesus%20Gonzalez.pptx> consultado el 23 de marzo de 2015.

- IC (Industry Canada), "Nanotechnology Company Directory", 2015, en https://www.ic.gc.ca/eic/site/aimb-dgami.nsf/eng/h_00003.html consultado el 12 abril de 2015.
- (INEGI) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), *Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología 2012*, Síntesis metodológica ESIDET – MBN, Ciudad de México, INEGI, 2014.
- LINAN (Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología), "LINAN", 2015, en <http://www.ipicyt.edu.mx/Linan/linan.php> consultado el 12 de abril de 2015.
- Lux Research, "Sizing nanotechnology's value chain", 2014, en https://portal.luxresearchinc.com/research/report_excerpt/2650 consultado el 24 de abril de 2015.
- Luxresearch, "Nanotechnology Update: Corporations Up Their Spending as Revenues for Nano-enabled Products Increase", 2014, en https://portal.luxresearchinc.com/research/report_excerpt/16215 consultado 6 de mayo de 2015.
- MFIyE (Ministerio Federal de Investigación y Educación) (2015), "Competency Map Nanotechnology in Germany", 2015, en <http://www.nano-map.de/> consultado el 6 de mayo de 2015.
- NanoAlberta, "Alberta Nanotechnology Asset Map", 2015, en <http://www.albertatechfutures.ca/nanoAlberta/AlbertaNanoAssetMap.aspx> consultado el 20 de mayo de 2015.
- Nanodatabase, "Registry of products containing nanomaterials", 2015, en <http://nanodb.dk/en/> consultado el 3 de junio de 2015.
- NANOFAB (Laboratorio Nacional de Nanofabricación), "Nanofab, generalidades", 2015, en <http://www.cnyn.unam.mx/~nanofab/> consultado el 8 de mayo de 2015.
- Nanotex, "About us", 2015, en <http://www.nano-tex.com/company/aboutus.html> consultado el 2 de junio de 2015.
- Nanowerk.org, "Nanotechnology Commercial Directory", 2015, en http://www.nanowerk.com/nanotechnology/research/nanotechnology_links.php consultado el 12 de mayo de 2015.
- OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), "Directorate for Science, Technology and Innovation Key Nanotechnology Indicators", sin fecha, en: <http://www.oecd.org/sti/nanotechnology-indicators.htm> consultado el 3 de abril de 2015.
- RNyN (Red de Nanociencias y Nanotecnología), "Objetivos", 2015, en <http://www.nanored.org.mx/objetivos.aspx> consultado el 2 de junio de 2015.
- United Nations, *International Standard industrial classification of all economic activities (ISIC) (Rev. 4)*, New York, United Nations, 2008.
- Vitamist, "Línea de productos", 2015, en <http://www.vitamistmexico.com/> consultado el 8 de mayo de 2015.
- Vitromex, "Vitromex antibacterial", 2015, en <http://www.vitromex.com.mx/assets/templates/ecolife/revistas/antibacterial/ANTIBACTERIAL.pdf> consultado el 22 de marzo de 2015.
- WWIC (Woodrow Wilson International Center for Scholars), "Project on Emerging Nanotechnologies. Inventory Finds Increase in Consumer Products Containing Nanoscale Materials", 2015, en <http://www.nanotechproject.org/news/archive/9242/> consultado de 13 de junio de 2015.
- Záyago Lau, Edgar; Foladori, Guillermo; Appelbaum P. Richard; Arteaga Figueroa, Ramón, "Empresas nanotecnológicas en México: hacia un primer inventario", *Revista Estudios Sociales*, 21(42), 2013, pp.9-25.

Zyvex, "Unlocking the power of nanotechnology", 2015, en desde: <http://www.zyvex.com/> consultado el 38 de marzo de 2015.



Colección de Documentos de Trabajo del IELAT

DT 1: Jaime E. Rodríguez O., *México, Estados Unidos y los Países Hispanoamericanos. Una visión comparativa de la independencia*. Mayo 2008.

DT 2: Ramón Casilda Béjar, *Remesas y Bancarización en Iberoamérica*. Octubre 2008.

DT 3: Fernando Groisman, *Segregación residencial socioeconómica en Argentina durante la recuperación económica (2002 – 2007)*. F. Abril 2009

DT 4: Eli Diniz, *El post-consenso de Washington: globalización, estado y gobernabilidad reexaminados*. Junio 2009.

DT 5: Leopoldo Laborda Catillo, Justo de Jorge Moreno y Elio Rafael De Zuani, *Externalidades dinámicas y crecimiento endógeno. Análisis de la flexibilidad de la empresa industrial español*. Julio 2009

DT 6: Pablo de San Román, *Conflicto político y reforma estructural: la experiencia del desarrollismo en Argentina durante la presidencia de Frondizi (1958 - 1962)*. Septiembre 2009

DT 7: José L. Machinea, *La crisis financiera y su impacto en America Latina*. Octubre 2009.

DT 8: Arnulfo R. Gómez, *Las relaciones económicas México- España (1977-2008)*. Noviembre 2009.

DT 9: José Lázaro, *Las relaciones económicas Cuba- España (1990-2008)*. Diciembre 2009.

DT 10: Pablo Gerchunoff, *Circulando en el laberinto: la economía argentina entre la depresión y la guerra (1929-1939)*. Enero 2010.

DT 11: Jaime Aristy-Escuder, *Impacto de la inmigración haitiana sobre el mercado laboral y las finanzas públicas de la República Dominicana*. Febrero 2010.

DT 12: Eva Sanz Jara, *La crisis del indigenismo mexicano: antropólogos críticos y asociaciones indígenas (1968 - 1994)*. Marzo 2010.

DT 13: Joaquín Varela, *El constitucionalismo español en su contexto comparado*. Abril 2010.



DT 14: Justo de Jorge Moreno, Leopoldo Laborda y Daniel Sotelsek, *Productivity growth and international openness: Evidence from Latin American countries 1980-2006*. Mayo 2010.

DT 15: José Luis Machinea y Guido Zack, *Progresos y falencias de América Latina en los años previos a la crisis*. Junio 2010.

DT 16: Inmaculada Simón Ruiz, *Apuntes sobre historiografía y técnicas de investigación en la historia ambiental mexicana*. Julio 2010.

DT 17: Julián Isaías Rodríguez, Belín Vázquez y Ligia Berbesi de Salazar, *Independencia y formación del Estado en Venezuela*. Agosto 2010.

DT 18: Juan Pablo Arroyo Ortiz, *El presidencialismo autoritario y el partido de Estado en la transición a la economía de libre mercado*. Septiembre 2010.

DT 19: Lorena Vásquez González, *Asociacionismo en América Latina. Una Aproximación*. Octubre 2010.

DT 20: Magdalena Díaz Hernández, *Anversos y reversos: Estados Unidos y México, fronteras socio-culturales en La Democracia en América de Alexis de Tocqueville*. Noviembre de 2010.

DT 21: Antonio Ruiz Caballero, *¡Abre los ojos, pueblo americano! La música hacia el fin del orden colonial en Nueva España*. Diciembre de 2010.

DT 22: Klaus Schmidt- Hebbel, *Macroeconomic Regimes, Policies, and Outcomes in the World*. Enero de 2011

DT 23: Susanne Gratius, Günther Maihold y Álvaro Aguillo Fidalgo. *Alcances, límites y retos de la diplomacia de Cumbres europeo-latinoamericanas*. Febrero de 2011.

DT 24: Daniel Díaz- Fuentes y Julio Revuelta, *Crecimiento, gasto público y Estado de Bienestar en América Latina durante el último medio siglo*. Marzo de 2011.

DT 25: Vanesa Ubeira Salim, *El potencial argentino para la producción de biodiésel a partir de soja y su impacto en el bienestar social*. Abril de 2011.

DT 26: Hernán Núñez Rocha, *La solución de diferencias en el seno de la OMC en materia de propiedad intelectual*. Mayo de 2011.



DT 27: Itxaso Arias Arana, Jhonny Peralta Espinosa y Juan Carlos Lago, *La intrahistoria de las comunidades indígenas de Chiapas a través de los relatos de la experiencia en el marco de los procesos migratorios*. Junio 2011.

DT 28: Angélica Becerra, Mercedes Burguillo, Concepción Carrasco, Alicia Gil, Lorena Vásquez y Guido Zack, *Seminario Migraciones y Fronteras*. Julio 2011.

DT 29: Pablo Rubio Apiolaza, *Régimen autoritario y derecha civil: El caso de Chile, 1973-1983*. Agosto 2011.

DT 30: Diego Azqueta, Carlos A. Melo y Alejandro Yáñez, *Clean Development Mechanism Projects in Latin America: Beyond reducing CO2 (e) emissions. A case study in Chile*. Septiembre 2011.

DT 31: Pablo de San Román, *Los militares y la idea de progreso: la utopía modernizadora de la revolución argentina (1966-1971)*. Octubre 2011.

DT 32: José Manuel Azcona, *Metodología estructural militar de la represión en la Argentina de la dictadura (1973-1983)*. Noviembre 2011.

DT 33: María Dolores Almazán Ramos, *El discurso universitario a ambos lados del Atlántico*. Diciembre 2011.

DT 34: José Manuel Castro Arango, *La cláusula antisubcapitalización española: problemas actuales*. Enero 2012.

DT 35: Edwin Cruz Rodríguez, *La acción colectiva en los movimientos indígenas de Bolivia y Ecuador: una perspectiva comparada*. Febrero 2012.

DT 36: María Isabel Garrido Gómez (coord.), *Contribución de las políticas públicas a la realización efectiva de los derechos de la mujer*. Marzo 2012.

DT 37: Javier Bouzas Herrera, *Una aproximación a la creación de la nación como proyecto político en Argentina y España en los siglos XIX y XX. Un estudio comparativo*. Abril 2012.

DT 38: Walther L. Bernecker, *Entre dominación europea y estadounidense: independencia y comercio exterior de México (siglo XIX)*. Mayo 2012.

DT 39: Edel José Fresneda, *El concepto de Subdesarrollo Humano Socialista: ideas nudo sobre una realidad social*. Junio 2012.

DT 40: Sergio A. Cañedo, Martha Beatriz Guerrero, Elda Moreno Acevedo, José Joaquín Pinto e Iliana Marcela Quintanar, *Fiscalidad en América Latina. Monográfico Historia*. Julio de 2012.



DT 41: Nicolás Villanova, *Los recuperadores de desechos en América Latina y su vínculo con las empresas. Un estudio comparado entre diferentes países de la región y avances para la construcción de una hipótesis*. Agosto de 2012.

DT 42: Juan Carlos Berganza, María Goenaga Ruiz de Zuazu y Javier Martín Román, *Fiscalidad en América Latina. Monográfico Economía*. Septiembre de 2012.

DT 43: Emiliano Abad García, *América Latina y la experiencia postcolonial: identidad subalterna y límites de la subversión epistémica*. Octubre 2012.

DT 44: Sergio Caballero Santos, *Unasur y su aporte a la resolución de conflictos sudamericanos: el caso de Bolivia*. Noviembre 2012.

DT 45: Jacqueline Alejandra Ramos, *La llegada de los juristas del exilio español a México y su incorporación a la Escuela Nacional de Jurisprudencia*. Diciembre 2012.

DT 46: Maíra Machado Bichir, *À guisa de um debate: um estudo sobre a vertente marxista da dependencia*. Enero 2013.

DT 47: Carlos Armando Preciado de Alba. *La apuesta al liberalismo. Visiones y proyectos de políticos guanajuatenses en las primeras décadas del México independiente*. Febrero 2013.

DT 48: Karla Annett Cynthia Sáenz López y Elvin Torres Bulnes, *Evolución de la representación proporcional en México*. Marzo 2013.

DT 49: Antônio Márcio Buainain y Junior Ruiz Garcia, *Roles and Challenges of Brazilian Small Holding Agriculture*. Abril 2013.

DT 50: Angela Maria Hidalgo, *As Influências da Unesco sobre a Educação Rural no Brasil e na Espanha*. Mayo 2013.

DT 51: Ermanno Abbondanza, *“Ciudadanos sobre mesa”. Construcción del Sonorense bajo el régimen de Porfirio Díaz (México, 1876-1910)*. Junio 2013.

DT 52: *Seminario Internacional: América Latina-Caribe y la Unión Europea en el nuevo contexto internacional*. Julio 2013.

DT 53: Armando Martínez Garnica, *La ambición desmedida: una nación continental llamada Colombia*. Agosto 2013.

DT 55: Beatriz Urías Horcasitas, *El nacionalismo revolucionario mexicano y sus críticos (1920-1960)*. Octubre 2013.



DT 56: Josep Borrell, *Europa, América Latina y la regionalización del mundo*. Noviembre 2013.

DT 57: Mauren G. Navarro Castillo, *Understanding the voice behind The Latino Gangsters*. Diciembre 2013.

DT 58: Gabriele Tomei, *Corredores de oportunidades. Estructura, dinámicas y perspectivas de las migraciones ecuatorianas a Italia*. Enero 2014.

DT 59: Francisco Lizcano Fernández, *El Caribe a comienzos del siglo XXI: composición étnica y diversidad lingüística*. Febrero 2014.

DT 60: Claire Wright, *Executives and Emergencies: Presidential Decrees of Exception in Bolivia, Ecuador, and Peru*. Marzo 2014.

DT 61: Carlos de Jesús Becerril H., *Un acercamiento a la historiografía sobre las instituciones jurídicas del Porfiriato, 1876-1911*. Abril 2014.

DT 62: Gonzalo Andrés García Fernández, *El pasado como una lección del presente. Una reflexión histórica para el Chile actual*. Mayo 2014.

DT 63: Cecilia A. Fandos, *Tierras comunales indígenas en Argentina. Una relectura de la desarticulación de la propiedad comunal en Jujuy en el siglo XIX*. Junio 2014.

DT 64: Ramón Casilda Béjar, *América Latina y las empresas multilatinas*. Julio 2014.

DT 65: David Corrochano Martínez, *Política y democracia en América Latina y la Unión Europea*. Agosto 2014.

DT 66: Pablo de San Román, *Participación o ruptura: la ilusión del capitalismo sindical en la Argentina post- peronista*. Septiembre de 2014.

DT 67: José Joaquín Pinto Bernal, *Los orígenes de la deuda pública en Colombia*. Octubre de 2014.

DT 68: Fernando Martín Morra, *Moderando inflaciones moderadas*. Noviembre de 2014.

DT 69: Janete Abrão, *Como se deve (re)escrever a História nacional?*. Diciembre de 2014.

DT 70: Estela Cristina Salles y Héctor Omar Noejovich, *La transformación política, jurídica y económica del territorio originario del virreinato del Perú, 1750-1836*. Enero



de 2015.

DT 71: M^o Isabel Garrido Gómez, J. Alberto del Real Alcalá y Ángeles Solanes Corella, Modernización y mejora de la Administración de Justicia y de la operatividad de los jueces en España. Febrero 2015

DT 72: Guido Zack, El papel de las políticas públicas en los períodos de crecimiento y desaceleración de América Latina. Marzo 2015.

DT: 73: Alicia Gil Lázaro y María José Fernández Vicente, Los discursos sobre la emigración española en perspectiva comparada, principios del siglo XX- principios del siglo XXI. Abril 2015.

DT: 74: Pablo de San Román, Desconfianza y participación: la cultura política santafesina (Argentina, 2014). Mayo 2015.

DT: 75: María Teresa Gallo, Rubén Garrido, Efraín Gonzales de Olarte y Juan Manuel del Pozo, La cara amarga del crecimiento económico peruano: Persistencia de la desigualdad y divergencia territorial. Junio 2015.

DT: 76: Leopoldo Gamarra Vélchez, Crisis económica, globalización y Derecho del Trabajo en América Latina. Julio 2015.

DT: 77: Alicia Gil Lázaro, Eva Sanz Jara e Inmaculada Simón, Universalización e historia. Repensar los pasados para imaginar los futuros. Agosto 2015.

DT: 78: Sonia Oster Mena, Corportate Diplomacy in the EU. The strategic corporate response to meet global challenges. Septiembre 2015

DT: 79: Edgar Záyago Lau, Guillermo Foladori, Liliana Villa Vázquez, Richard P. Appelbaum y Ramón Arteaga Figueroa, Análisis económico sectorial de las empresas de nanotecnología en México, Octubre 2015.



Todas las publicaciones están disponibles en la página Web del Instituto: www.ielat.es

© Instituto de Estudios Latinoamericanos (IELAT)

Los documentos de trabajo que IELAT desarrolla contienen información analítica sobre distintos temas y son elaborados por diferentes miembros del Instituto u otros profesionales colaboradores del mismo. Cada uno de ellos ha sido seleccionado y editado por el IELAT tras ser aprobado por la Comisión Académica correspondiente.

Desde el IELAT animamos a que estos documentos se utilicen y distribuyan con fines académicos indicando siempre la fuente. La información e interpretación contenida en los documentos son de exclusiva responsabilidad del autor y no necesariamente reflejan las opiniones del IELAT.

Instituto de Estudios Latinoamericanos
Colegio de Trinitarios
C/Trinidad 1 – 28801
Alcalá de Henares (Madrid)
España
34 – 91 885 2579
ielat@uah.es
www.ielat.es

P.V.P.: 20 €

Con la colaboración de:

