



El Análisis Bibliométrico, Herramienta para la Determinación de Tendencias Tecnológicas. Caso de Estudio: Nanotecnología.

Tema: Propiedad industrial e intelectual; Información en C&T.

Categoría: Trabajo académico

Belkys Tibusay Amador Caceres
Universidad Nacional Experimental Del
Tachira
E-mail: bamador@unet.edu.ve

Resumen:

La realidad de la producción científica y tecnológica de los países en desarrollo es muy diferente a la de los países desarrollados, sin embargo, es posible aprender y asimilar el conocimiento generado desde esas distintas realidades apoyándose en los análisis bibliométricos, los cuales pueden orientar las políticas científicas y tecnológicas de un país y comparar tendencias respecto a sus necesidades; y en las universidades, definir líneas de investigación y los caminos para dirigir los esfuerzos y recursos. La bibliometría es un método analítico que representa un nuevo enfoque para el estudio científico de los flujos de información, al evaluar las investigaciones en ciencia y tecnología empleando materiales impresos o electrónicos. Una fuente que ofrece información valiosa se asocia a las patentes, estas permiten determinar la actividad innovadora en un campo dado, ciclo de vida de una tecnología, entre otros. Este trabajo busco determinar a través del análisis bibliométrico las tendencias tecnológicas en el campo de nanotecnología, empleando como base de datos la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (USPTO). La nanotecnología es una ciencia cuyo objetivo consiste en manipular de manera individual átomos y moléculas para crear estructuras con mejor organización molecular, y de esta manera influir en las propiedades de los materiales y/o construir dispositivos a escalas nanométricas (Zyvex (2004)). Además del análisis bibliométrico, se empleo el diseño no experimental – transeccional y se estableció la población con patentes concedidas por USPTO en el área de nanotecnología. El análisis de cada patente apporto información de las tendencias tecnológicas en esta área. Los resultados obtenidos muestran que la investigación en nanotecnología básicamente se orienta a los campos de la electrónica/computación, materiales y medicina; asimismo se proyecta un crecimiento vertiginoso de la I&D en esta área, abriendo excelentes oportunidades de negocio.

Palabras-clave: análisis bibliométrico, nanotecnología, patentes, tendencias tecnológicas, oportunidades de negocio.



Introducción

La realidad de la producción científica y tecnológica de los países en desarrollo es muy diferente a la de los países desarrollados, sin embargo, es posible aprender y asimilar el conocimiento generado desde esas distintas realidades apoyándose en los análisis bibliométricos, los cuales pueden orientar las políticas científicas y tecnológicas de un país y comparar tendencias respecto a sus necesidades. En las universidades, permiten definir líneas de investigación, así como el camino hacia donde dirigir los esfuerzos y recursos.

La bibliometría es un método analítico que representa un nuevo enfoque para el estudio científico de los flujos de información, al evaluar las investigaciones en ciencia y tecnología empleando materiales impresos o electrónicos. Pulgarín, Carapeto y Cobos (s/a) señalan que el enfoque bibliométrico conlleva el uso y la aplicación de métodos cuantitativos a la literatura científica, con objeto de obtener datos que puedan aportar conocimiento acerca de la evolución de una determinada producción científica, conocer su calidad y obtener elementos de juicio para posibles intervenciones o interpretaciones de hechos o fenómenos sociales, según sea el caso.

Una fuente que ofrece información valiosa se asocia a las patentes, las cuales al ser evaluadas a través de un análisis bibliométrico, permiten determinar la actividad innovadora en un campo dado, ciclo de vida de una tecnología, entre otros. El manejo de la información contenida en las bases de datos de las Oficinas de Patentes y Marcas Registradas representa una rica información tecnológica y comercial, que permite estar al corriente de los últimos adelantos tecnológicos así como también determinar el estado de la técnica.

La nanotecnología se erige como una megatendencia mundial y se ha convertido en el objetivo de científicos de todo el mundo y los países tecnológicamente más avanzados apuestan fuerte, con inversiones multimillonarias, por el desarrollo de este imparable proceso de revolución tecnológica que cambiará la vida del hombre y la industria, de forma comparable a la transformación radical que supuso la microelectrónica en su momento, o, revisando más atrás en el tiempo, como lo fue el descubrimiento de la electricidad o el paso por la edad de los metales (Fernández, 2001).

Esta ciencia tiene por objetivo manipular hábilmente y de manera individual átomos y moléculas para crear estructuras con mejor organización molecular, y de esta manera influir en las propiedades de los materiales y/o construir dispositivos y máquinas a escalas nanométricas. Surge como una alternativa de alcances inimaginables, es inminente que las industrias deban girar alrededor de esta nueva tecnología para apalancar la materialización de nuevas oportunidades de negocio y generar sólidas ventajas competitivas.

Atendiendo estos planteamientos, surge la propuesta de emplear el análisis bibliométrico como herramienta para la determinación de tendencias tecnológicas en el área de nanotecnología. Entre los aportes relevantes de esta investigación se encuentran la metodología para determinar el estado de la técnica empleando el análisis bibliométrico de las bases de datos de



patentes, la información asociada a las tendencias en el campo de nanotecnología y el establecimiento de oportunidades de negocio.

Capítulo I. Fundamentación Teórica

1. El análisis bibliométrico, una herramienta científica

Al hacer referencia a análisis bibliométrico se pueden contrastar diversas definiciones, Bisquerra (1989) considera que *“consiste en analizar las tendencias observadas en las publicaciones mediante la categorización y el recuento de artículos y libros”* (p.68), asimismo, Spinak (1996) expresa que es la *“aplicación de análisis estadísticos para estudiar las características del uso y creación de documentos”* (p.34), Perdiguero (s/a) señala que es el estudio de las dimensiones, el crecimiento y de la distribución de los documentos científicos y la indagación de la estructura y de la dinámica de los grupos que producen y consumen estos documentos y de la información que contienen.

Pulgarín, Carapeto y Cobos (s/a) tocan aspectos adicionales y consideran que el enfoque bibliométrico conlleva el uso y la aplicación de métodos cuantitativos a la literatura científica, con objeto de obtener datos que puedan aportar conocimiento acerca de la evolución de una determinada producción científica, conocer su calidad y obtener elementos de juicio para posibles intervenciones o interpretaciones de hechos o fenómenos sociales, según sea el caso.

Es posible también afirmar que los estudios bibliométricos expresan nuevos enfoques para el estudio científico de los flujos de información al evaluar las investigaciones en ciencia y tecnología y sus relaciones socioeconómicas (Jiménez, s/a). La bibliometría, entonces, permite elaborar:

- Análisis del comportamiento de los documentos
- Medición de recursos, acceso y utilidad de la información publicada en Internet
- Informes sobre qué investigan los científicos, que posición ocupan los científicos de un país en el ámbito de la ciencia
- Descripción de la actividad de los investigadores en forma individual o de los centros de investigación y las innovaciones o tendencias de estudios realizados en una disciplina determinada
- Valoración de impacto de esa información

Dentro del proceso de valoración del impacto de la información es que se desprenden los elementos de juicio necesarios para:

- Orientar la producción científica
- Apoyar la toma de decisiones asociada a la dirección de la investigación
- Definir o redefinir las políticas científicas y tecnológicas de un país
- Orientar las líneas de investigación de una institución



2. Información al alcance: Bases de datos de patentes

Una patente “es un derecho exclusivo concedido a una invención, que es el producto o proceso que ofrece una nueva manera de hacer algo, o una nueva solución técnica a un problema” (OMPI, 2004). La protección de una patente significa que la invención no puede ser confeccionada, utilizada, distribuida o vendida, es el derecho para excluir a otros de hacer uso u ofrecer en venta (USPTO, 2002). La información de cada patente se encuentra almacenada en la oficina de patentes donde es concedida, la mayoría de estas oficinas tienen acceso vía electrónica a través de su Word Wide Web Site.

Las patentes proporcionan una gran cantidad de información tanto en campos técnicos como comerciales. De hecho, proporcionan información que no es posible encontrar a partir de otras fuentes de información acerca de las empresas y sus productos. La búsqueda de la información contenida en las patentes se realiza a partir de las bases de datos, como única forma eficiente para examinar la gran cantidad de información disponible en unos plazos adecuados.

La Figura 1 muestra algunos indicadores que se pueden obtener a través de un análisis bibliométrico de patentes y que ofrecen una rica información, algunos de estos análisis pueden realizarse fácilmente, otros requieren métodos y herramientas informáticas especiales.

<i>Qué buscar</i>	<i>Qué se obtiene de la búsqueda</i>
Análisis estadístico del número de patentes en un campo determinado.	Actividad innovadora a nivel internacional, nacional o sectorial en un campo dado.
Patentes de una empresa en un determinado campo.	Líder industrial en este campo.
Patentes de la empresa A.	Actividad innovadora y perfil técnico de la empresa A.
Países en los que patenta la empresa A.	Mercados estratégicos para la empresa A.
Empresas que citan las patentes de la empresa A.	Quiénes son los competidores de la empresa A.
La empresa B cita patentes de la empresa A.	La empresa B sigue una estrategia de imitador.
Evolución del número de patentes y concentración de las empresas que patentan.	Ciclo de vida de una tecnología: emergente, en crecimiento, madurez, obsolescencia.
Autores que patentan.	Identificar los inventores clave en tecnologías punteras.
Publicaciones científicas y patentes de un investigador.	Relación entre campos académicos y empresariales.

Figura 1. Información útil que puede obtenerse a partir de un análisis de patentes (Fuente: CETISME, 2002)



3. Nanotecnología: manipulación de la materia a nivel atómico

La nanotecnología es una ciencia cuyo objetivo consiste en manipular hábilmente y de manera individual átomos y moléculas para crear estructuras con mejor organización molecular, y de esta manera influir en las propiedades de los materiales y/o construir dispositivos y máquinas a escalas nanométricas (un nanómetro equivale a una billonésima de metro; una milésima de una micra) que posean extraordinarias características y que permitirán en muchos casos, realizar tareas hasta ahora inimaginadas (Zyvex, 2002; The Center for Nanotechnology University of Washington, 2002 y The Institute of Nanotechnology, 2002).

Las posibilidades técnicas de la nanotecnología, de acuerdo a Nanotechnology Magazine (2002), incluyen:

- Computadoras mil millones de veces más rápidas
- Viajes espaciales seguros (uso de nanomateriales)
- Nanomedicina ... fin virtual de enfermedades, envejecimiento, muerte
- No más contaminación y eliminación de la existente
- Síntesis de alimentos moleculares...fin de hambre e inanición
- Acceso a una educación superior para todos los niños de la tierra
- Reintroducción de muchos animales y plantas extintos

“La nanotecnología se despliega en tres campos: nanotecnología seca, nanotecnología húmeda y nanotecnología computacional” (Fernández, 2001). La **nanotecnología seca** se emplea en la fabricación de estructuras de carbón (nanotubos), de silicio, de materiales inorgánicos, de metales y semiconductores, así como en la investigación electrónica, del magnetismo, de dispositivos ópticos y en la construcción de los ensambladores moleculares, pequeñas máquinas que fabrican máquinas y se autorreplican; la **nanotecnología húmeda** se desarrolla en la investigación de sistemas biológicos: material genético, enzimas y distintos componentes celulares; la **nanotecnología computacional** ocupa campos como el modelado y simulación de estructuras complejas de escala nanométrica.

La idea de utilizar estructuras atómicas construidas átomo por átomo (Zyvex, 2002) fue propuesta por Richard Feynman (ganador del premio Nobel por sus contribuciones fundamentales a la electrodinámica cuántica) en su famoso discurso del 29 de diciembre de 1959 en un encuentro de la Sociedad Americana de Física en la Universidad de California, allí expuso *“los principios de la física, como yo lo veo, no hablan sobre la posibilidad de maniobrar cosas átomo por átomo. Esto no es un intento de violar alguna ley; es algo que en principio se puede hacer; pero en la práctica, no se ha hecho porque somos demasiado grandes”*.

En los años 80 Eric Drexler, estudiante del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) e investigador asociado a las tecnología emergentes y sus consecuencias para el futuro (Foresight Institute, 2002), reinventó la nanotecnología bajo la idea de crear sistemas de ingeniería a nivel molecular. Realmente fue Drexler el que introdujo, a mediados de los años 80, el término **nanotecnología** para describir atómicamente la fabricación molecular precisa de sistemas y sus productos.



Considerando lo señalado por Molina (2002) y Fernández (2001), la solución para trabajar a escala nanométrica fue utilizar como herramientas los sistemas de observación indirecta, como el microscopio de barrido por efecto túnel, el microscopio de fuerza atómica y el microscopio de sonda de barrido, estos instrumentos adicional a su función como microscopios, pueden utilizarse para mover átomos a voluntad y construir así algunas estructuras diseñadas. También existen balanzas que pesan hasta el nanogramo, basadas en la medición de las frecuencias de vibraciones que produce la masa pesada sobre un cristal de cuarzo; y por supuesto, se utiliza software para visualización atómica y para modelamiento y diseño molecular como herramienta complementaria e imprescindible.

El siguiente y definitivo paso es construir la herramienta que sirva para realizar los montajes moleculares, el ensamblador o máquina ensambladora capaz de manipular moléculas y agruparlas en nanoestructuras y que, además pueda obedecer instrucciones para autoclonarse y así añadir fuerza de trabajo al proceso de fabricación molecular (Fernández, 2001).

Capítulo II. Metodología

La variable de estudio en esta investigación es *Tendencias Tecnológicas*, es concebida como la orientación de la tecnología respecto al campo de conocimiento al que se dirigen sus aplicaciones, y la evolución en el tiempo: pasado, presente (estado actual) y proyección para el futuro, todo fundamentado en los antecedentes o datos existentes (trabajos patentados en el área de nanotecnología).

De acuerdo al criterio de Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, (1998) la investigación es no experimental, debido a que no se hizo variar intencionalmente la variable del estudio, en este sentido, de los trabajos patentados en el área de nanotecnología, se tomó la información tal como la presentaron sus autores; asimismo, dentro del contexto de dimensión temporal, se clasificó la investigación no experimental como transeccional-descriptiva, considerando que la información que se utilizó para realizar el estudio se recolectó en un momento o tiempo único y el propósito de la investigación fue describir la variable y analizarla en un momento dado.

La población y la muestra en esta investigación estuvieron integradas por la misma unidad de análisis, la misma se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de la población muestral del estudio.

Población	Características		
	Contenido	Tipo	Fecha
220 Documentos	Información sobre Nanotecnología	Trabajos patentados	Asignados desde el año 1976 hasta el 31/12/2002

El análisis bibliométrico (análisis documental) fue la técnica de recolección de datos empleada, se llevó a cabo a través del uso de Internet visitando la página Web de "United States Patent and Trademark Office" (Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos); se analizaron las 220 patentes asociadas a la población muestral.



La Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (USPTO) es una entidad federal no comercial, adscrita al Departamento de Comercio, encargada de examinar y emitir patentes y examinar y registrar marcas de fábrica. Su objetivo básico es promover el progreso de la ciencia y las artes por medio del afianzamiento del derecho exclusivo de descubrimientos a sus inventores (USPTO, 2002).

El instrumento de recolección de datos fue la matriz de análisis (Tabla 2), en ella se registraron los datos relevantes de cada trabajo patentado para determinar las tendencias tecnológicas en el área de nanotecnología.

Tabla 2. Instrumento de recolección de datos: matriz de análisis

N° Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación

La matriz se conformo por seis columnas: (a) número asignación de la patente: identificación que asigna la Oficina de Patentes, (b) título de la patente: título que le dio el investigador a su trabajo, (c) fecha de asignación de la patente: fecha en que la Oficina de Patentes concedió la patente, (d) fecha de aplicación para obtener la patente: fecha en la que el investigador consigno todos los recaudos requeridos para patentar su trabajo, (e) aplicación: referida a los aportes técnicos o propósito útil y operativo de la materia patentada, y (f) campo de la aplicación: campo de conocimiento al que se asocia la aplicación de la patente.

El análisis de la información se centro en el contenido de las matrices de análisis, las patentes se clasificaron de acuerdo al campo de conocimiento (asociado a la utilidad/aplicación de la patente), 12 campos en total: electrónica/computación, materiales, medicina, nano I&D, procesos industriales, electricidad, física, óptica, química, telecomunicaciones, transferencia de calor, otros.

Se graficó la información obtenida de las matrices (cantidad de trabajos patentados por año de asignación de la patente, por campo de conocimiento al que se asocia la aplicación de la patente; cantidad de trabajos patentados por año de asignación de la patente para cada campo de conocimiento al que se orientan las aplicaciones de las patentes), esta información (contrastada con la fundamentación teórica) sustento las bases para la determinación de las tendencias tecnológicas.

Capítulo III. Resultados y Discusión

Luego del estudio y análisis de la información contenida en cada patente asignada en el área de nanotecnología (220 patentes) y de su registro en la matriz de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:



1. Patentes en el área de nanotecnología asignadas

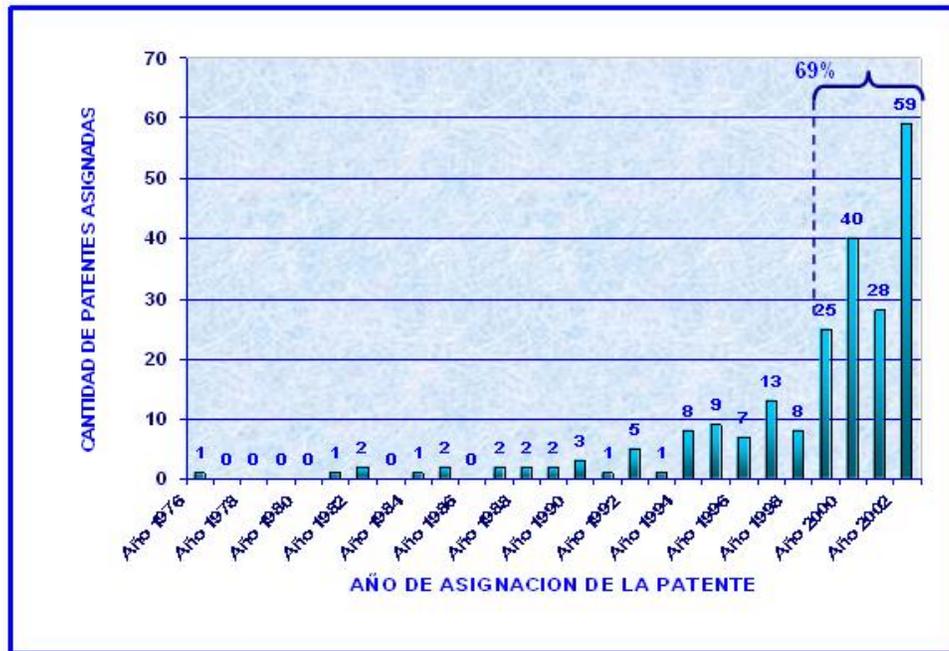


Figura 2. Cantidad de patentes en el área de nanotecnología asignadas por año (Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos).

La primera patente en el área de nanotecnología asignada por USPTO tuvo lugar en el año 1976 (Figura 2), posterior a ello, fue hasta el año 1981 que se asignó otra patente en esta materia, pero el desarrollo sostenido se llevó a cabo a partir del año 1994, teniendo su mayor expresión en el periodo comprendido entre los años 1999 y 2002 con 152 patentes asignadas (69%). De acuerdo a la curva que describe la Figura 1, el crecimiento en este campo es exponencial, por tanto se predice un vertiginoso y acelerado desarrollo.

2. Campos de conocimiento al que se asocian las aplicaciones de las patentes.

En la Figura 3 se puede observar que la tendencia de la nanotecnología en cuanto al campo de conocimiento de la aplicación se dirige en primer lugar a la investigación en electrónica/computación, en segundo lugar al desarrollo de materiales y en tercer lugar a medicina, el 51,8% de las patentes asignadas se corresponden con trabajos orientados a estos campos.

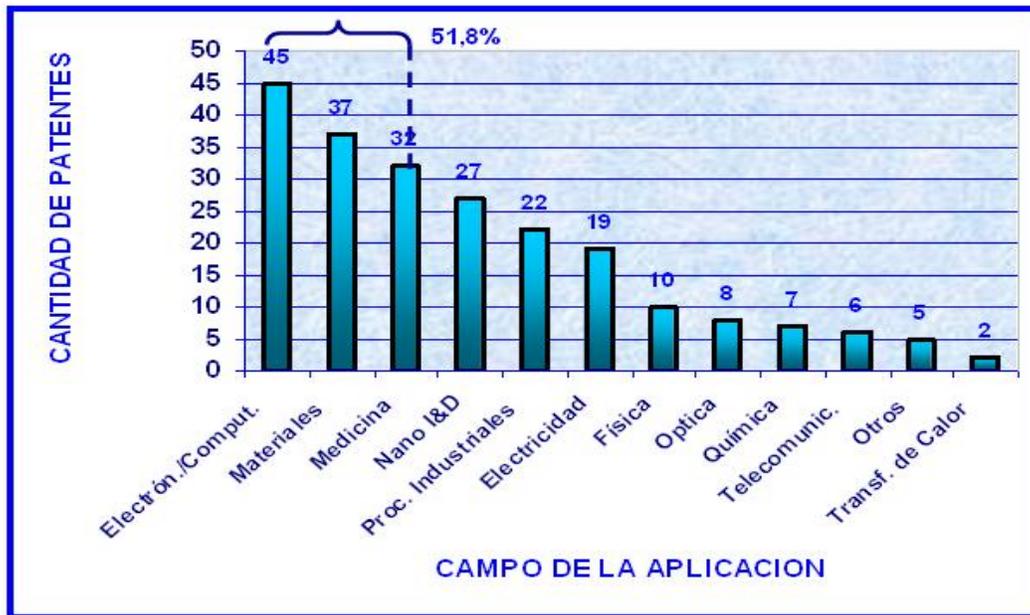


Figura 3. Cantidad de patentes en el área de nanotecnología asignadas por campo de aplicación (Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos).

Tal como ha sido anunciado por diferentes investigadores y centros de investigación, la nanotecnología cambiara el camino de casi todas las cosas, desde la medicina a la computación. Los resultados obtenidos encuentran asidero en las necesidades prioritarias de los seres humanos, electrónica/computación: *“el interés actual esta enfocado en el diseño y construcción de computadores mas pequeños y rápidos a los ya existentes”* (Molina, 2002); materiales: *“la fabricación, por ejemplo, de nuevos materiales exigiria de este tipo de construcción molecular, lo que posibilitaria el sintetizar materiales mas duros, flexibles, ultraligeros e incluso activos, con capacidad para auto repararse”* (Fernández, 2001); medicina: *“las potenciales aplicaciones medicas de la nanotecnología cambiaran por completo el panorama sanitario, el tratamiento farmacológico, las intervenciones quirúrgicas y la prevención de enfermedades”* (Fernández, 2001).

3. Patentes asignadas en el campo de Electrónica y Computación

La primera patente asignada data del año 1981, pero el empuje real tiene lugar a partir del año 1999, año en el cual se patentaron el 22,2% del total de las patentes asignadas en este campo. En el período comprendido entre el año 1999 y 2002 se asignaron un total de 31 patentes para un 68,9% (ver Figura 4).

“Computadores mil millones de veces mas rápidas” (NanoTechnology Magazine, 2002), *“nuevos chip con mucha mas memoria”* (García, 2002), *“posibilidad de compactar la información hasta límites inimaginables y crear chips con memorias de un terabit por centímetro cuadrado”* (Fernández, 2001), son solo algunas de las expectativas en torno a esta materia.

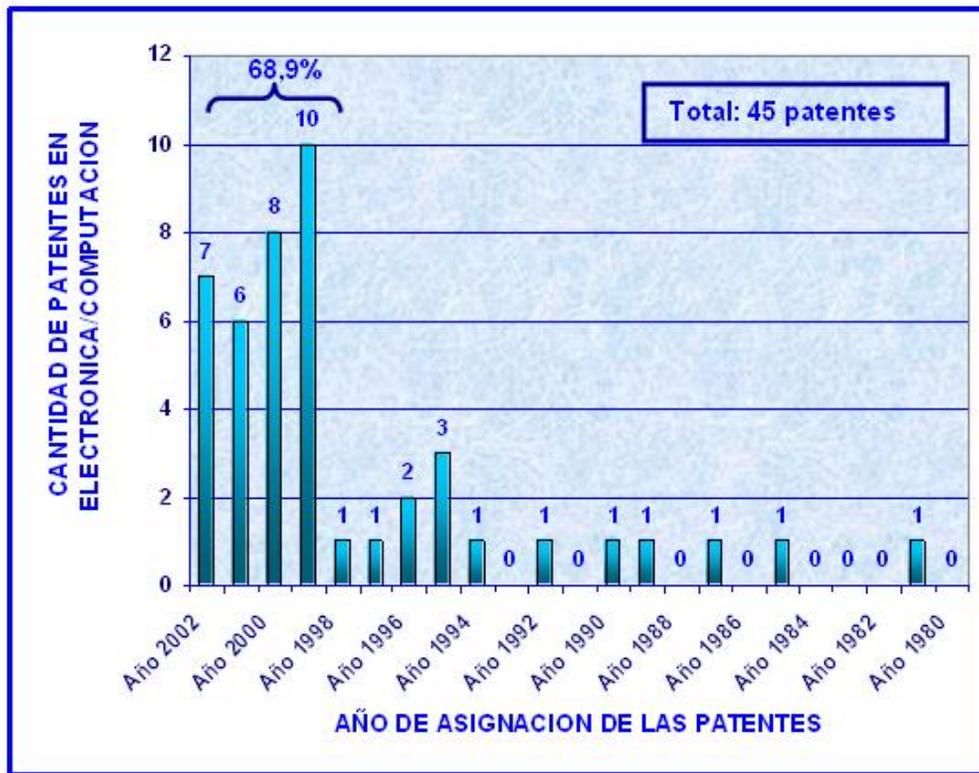


Figura 4. Cantidad de patentes en el campo de electrónica/computación por año (Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos).

4. Patentes asignadas en el campo de Materiales.

“La nanotecnología nos promete la posibilidad - largamente soñada – de influir en las propiedades de los materiales con el fin de producir materiales inteligentes para todo tipo de aplicaciones” (Molina, 2002).

Todas las ramas de la ciencia ven ampliadas sus posibilidades de innovar, crear nuevas necesidades, satisfacer necesidades existentes, con la incorporación de materiales con propiedades mejoradas: resistencia mecánica, elasticidad, conductividad eléctrica, maleabilidad, estabilidad térmica, resistencia a la corrosión., resistencia a la erosión, dureza. *“El término nanotecnología se ha convertido en palabra clave de muchas propuestas de investigación en ciencia de materiales e ingeniería”* (Molina, 2002), de hecho, el 16,8% del total de patentes asignadas lo representan los trabajos en el campo de materiales (Figura 3).

En la Figura 5 se puede observar que el desarrollo en este campo se inicia en el año 1992, teniendo un crecimiento sostenido en el tiempo hasta alcanzar el año 2002, donde se asignaron 9 patentes (24,3%). En el periodo comprendido entre el año 1999 y 2002 se asignaron 24 patentes (64,9%) del total de patentes en este campo.

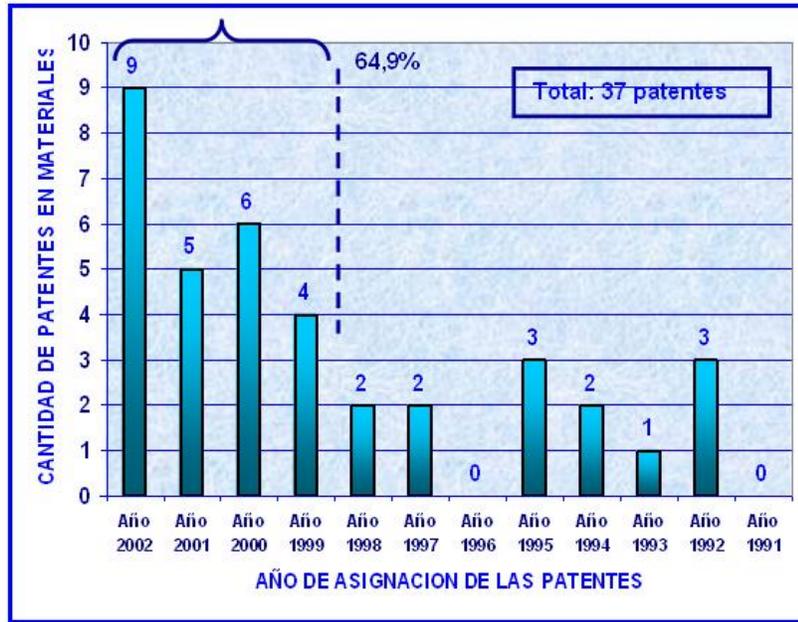


Figura 5. Cantidad de patentes en el campo de materiales por año (Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos).

5. Patentes asignadas en el campo de Medicina.

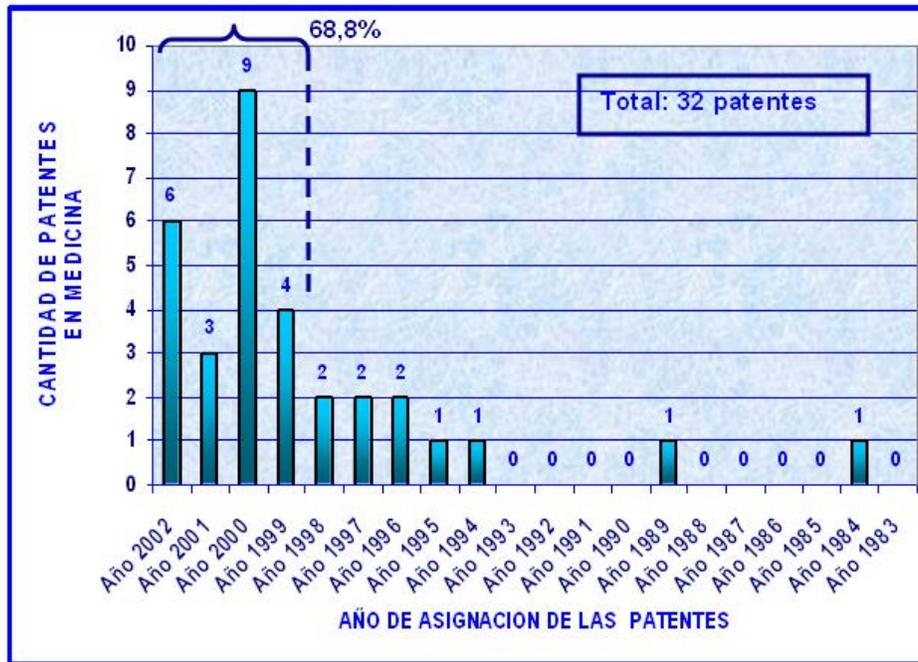


Figura 6. Cantidad de patentes en el campo de medicina por año (Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos).



“A través de los tiempos el gran conflicto del hombre ha sido consigo mismo, su perduración, juventud y vejez, en definitiva su existencia” (García, 2002). Este es un campo en el que cada día se incrementa el interés y la pasión de muchos investigadores; dentro de la visión Drexleriana (citada por Molina, 2002) se encuentra la posibilidad de efectuar reparaciones a nivel molecular en medicina, donde nanorobots viajaran al lugar indicado para destruir virus, células cancerosas, o en general, reparar el cuerpo humano y de esa manera alcanzar una virtual inmortalidad; al igual que en otros campos, las expectativas son ambiciosas.

En la Figura 6 es notable que el primer trabajo cuya aplicación se orientó al campo de la medicina fue patentado en el año 1984, pero es a partir del año 1994 cuando se hace sostenido el desarrollo en esta área. La mayor cantidad de patentes asignadas tuvo lugar en el año 2000, con 9 trabajos patentados (28,1%), asimismo, se puede señalar que entre los años 1999 y 2002 el total de trabajos patentados fue 22 para un equivalente del 68,8%.

6. Madurez y Dominio de la Nanotecnología

La nanotecnología se encuentra en una etapa embrionaria (Figura 7) ya que la tecnología está en pleno desarrollo, las pruebas se realizan en centros de investigación o laboratorios (Alfonzo, 2002). Este grado de madurez obedece a lo novedoso de esta ciencia, y como consecuencia de que el desarrollo sostenido de las investigaciones y estudios en nanotecnología datan del año 1994 en adelante (Figura 2). Sin embargo, la evolución acelerada en el tiempo en esta ciencia después del año 1994 permite predecir un no muy tardío salto de la etapa embrionaria a la de comercialización.

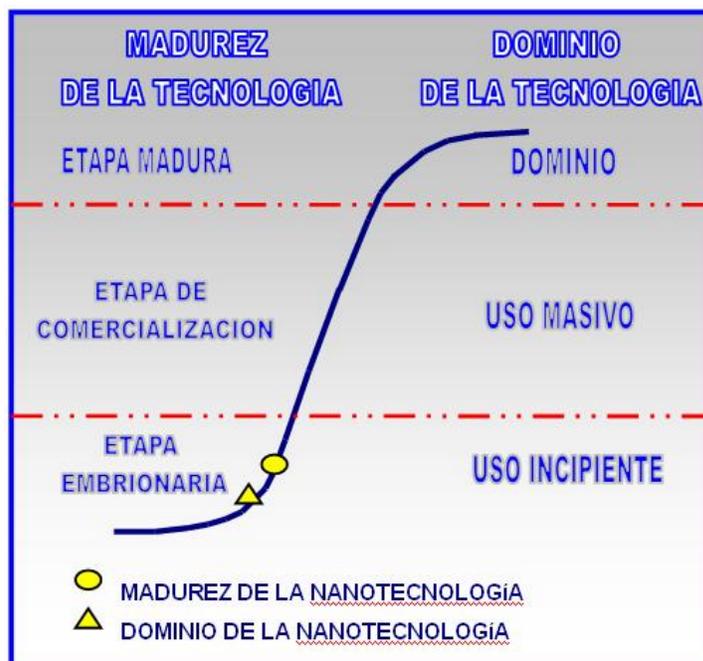


Figura 7. Curva “S” Madurez y Dominio de la Nanotecnología (Fuente: adaptado de Steele (1989) y Alfonzo y otros (2002)).



En relación al nivel de dominio de la tecnología, la nanotecnología se ubica en la etapa de uso incipiente (Figura 7), en la parte media de la porción de la curva “S” para la mencionada etapa. El nivel de dominio de una tecnología (Alfonzo, 2002) trata de identificar la experiencia del usuario en la aplicación de una tecnología, y como ya se ha mencionado, la nanotecnología aun se encuentra en proceso de desarrollo en centros de investigación o laboratorios, por tanto el grado de utilización por parte del usuario es limitada; aunque es importante señalar que aisladamente ya existen empresas y centros de investigación iniciando la comercialización de sus desarrollos.

En la medida que la madurez de la tecnología incrementa, también incrementará la experiencia del usuario en la aplicación de la tecnología y por ende el nivel de dominio de la misma.

7. Oportunidades de negocio en el área de nanotecnología

En función de las aplicaciones (o aportes técnicos o propósito útil y operativo de la materia patentada) presentadas en la matriz de análisis, es posible establecer nichos de oportunidades de negocio y oportunidades de negocio. En las Tablas 3, 4 y 5 se presenta la información relacionada con los nichos de oportunidades de negocio y las oportunidades de negocio en el área de nanotecnología, específicamente para los campos de conocimiento de las aplicaciones que concentraron el 51,8% del total de las patentes asignadas, estos campos son: electrónica/computación, materiales y medicina.

Tabla 3. Oportunidades de negocio en el campo de electrónica/computación.

Campo de las aplicaciones	Nichos de oportunidades de negocio	Oportunidades de negocio
Electrónica y Computación	Nanoelectrónica	Incremento drástico en la capacidad de procesamiento de datos e información en tiempo real.
	Nanocomputación	Posibilidad de automatización de instalaciones, equipos, máquinas.
	Nanotelecomunicaciones	Instalaciones, equipos, máquinas totalmente inteligentes.
		Supervisión remota y monitoreo en tiempo real de instalaciones, posibilidad de optimización, mantenimiento y reparación remota.
		Desarrollo de aparatos cuánticos para la próxima generación de circuitos integrados de memoria ultra alta.
		Fabricación de aparatos electrónicos y computacionales a nano escala.
		Desarrollo de dispositivos digitales de registro de tiempo con exactitud de 1.0 nanosegundos.



Tabla 4. Oportunidades de negocio en el campo de materiales.

Campo de las aplicaciones	Nichos de oportunidades de negocio	Oportunidades de negocio
Materiales	Nanomateriales Nanopartículas de polímero	Diseño y fabricación de súper materiales y/o superaleaciones (que ofrezcan cero corrosión, cero fricción, cero erosión, propiedades térmicas acordes con requerimientos).
	Nanocerámicas Nanocristales de Mg	Fabricación de materiales con propiedades extraordinarias para ser sometidos a impacto (cero fracturas, cero desgastes, cero fatigas).
	Nanopolvos de metal	Fabricación de materiales súperconductores.
	Nanoresina sensitiva a la radiación	Recubrimientos para componentes de equipos rotativos, incremento drástico de eficiencia, cero desgaste, cero fricción.
	Nano compuestos de cerámica-metal	Producción de capas protectoras que aporten alta resolución y perfil de modelado excelente, útiles para la microfabricación.

Tabla 5. Oportunidades de negocio en el campo de medicina.

Campo de las aplicaciones	Nichos de oportunidades de negocio	Oportunidades de negocio
Medicina	Nanopartículas funcionales Nanoelectrodos	Restauración médica efectiva (dental, reparación de huesos). Prótesis e implantes dentales.
	Nanofluidos Nanoradiación	Detección y caracterización de moléculas biológicas simples en solución (proteínas, ADN). Introducción de material genético en células.
	Microinyección Nanopartículas transportadoras	Preparación de drogas y fármacos nuevos, con aplicaciones específicas.
	Nanopigmentos de óxido de titanio Nanocerámica bio-activa	Inmunología y terapia efectiva del cáncer. Identificación y tratamiento efectivo de tejido o células enfermas.
	Nanoconstrucciones de ácido nucleico multimerico	Foto-protección total de la piel humana y cabello contra radiación UV.
	Nanopartículas basadas en poliaminoácidos	Tratamiento terapéutico de enfermedades de la piel o mucosa.
	Nano-pelotillas (lípidos)	Regeneración de tejido para curación de heridas.



Conclusiones

El análisis bibliométrico es una herramienta y una fuente para obtener información del conjunto de tendencias tecnológicas que se presentan en un determinado momento y en las cuales científicos de todo el mundo dedican su esfuerzo, información que puede ayudar a definir o redefinir las políticas científicas y tecnológicas de un país, incluso las líneas de investigación de una institución.

El empleo de las bases de datos de las Oficinas de Patentes y Marcas Registradas representan una herramienta útil y versátil para determinar las tendencias tecnológicas y oportunidades de negocio de una tecnología en particular; la información obtenida puede orientar los caminos certeros hacia el emprendimiento de investigaciones en cualquier ámbito de la ciencia.

Luego de estudiar las tendencias tecnológicas en el área de nanotecnología a través de las investigaciones patentadas en la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos, se puede afirmar que los actuales y futuros desarrollos se orientan a los campos de electrónica/computación, materiales y medicina.

El año 2002 representó el año de mayor desarrollo en el campo de investigación y desarrollo en nanotecnología, la proyección a futuro es un crecimiento vertiginoso y acelerado.

Dentro de los campos de electrónica/computación, materiales y medicina se detectaron oportunidades de negocio que pueden ser explotadas y pueden representar para la industria, palancas para crear valor y generar sólidas ventajas competitivas.

La madurez tecnológica de la nanotecnología es embrionaria, debido a que las pruebas se realizan en centros de investigación o laboratorios, sin embargo, la evolución acelerada en el tiempo de esta ciencia permite predecir un no muy tardío salto de la etapa embrionaria a la de comercialización.

Referencias Bibliográficas

- Alfonzo, A. (2002). Introducción a la Gestión Tecnológica. Informe interno de PDVSA no publicado.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa*. Caracas: Ediciones CEAC, S.A.
- Center for Nanotechnology University of Washington (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nano.washington.edu>
- CETISME (2002). Inteligencia Económica y Tecnológica.
- Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Infometría
- Fernández, E. (2001). Nanotecnología: camino hacia el microcosmos [Documento en línea]. Ciencia Digital. Disponible: <http://www.cienciadigital.net>
- Foresight Institute (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www foresight.org>
- García, N. (2002). El laberinto nanotecnológico [Documento en línea]. Laboratorio de física de sistemas pequeños y nanotecnología de Madrid. Disponible: <http://www.fsp.csic.es/>



- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, L. (1998). *Metodología de la investigación*. 2da. Edición. McGraw-Hill.
- Jiménez E. (s/a). Análisis bibliométrico de tesis de pregrado de estudiantes venezolanos en el área educación: 1990-1999. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653).
- Molina, M. (2002). Nanotecnología, ciencia de lo diminuto. *Boletín Sociedad Chilena de Física* [Documento en línea]. Disponible: <http://fisica.usach.cl/boletin/Abril2002/molinaabril2002.pdf>
- NanoTechnology Magazine (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nanoquest.com/nanozine>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2004). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.OMPI.int>
- Perdiguerro E. (s/a). La evaluación de la actividad científica. División de Historia de la Ciencia, Universidad Miguel Hernández **Pulgarín A.**, **Carapeto C.** y **Cobos J.** (s/a). Análisis bibliométrico de la literatura científica publicada en "*Ciencia. Revista hispano-americana de ciencias puras y aplicadas*" (1940-1974). Facultad de Biblioteconomía y Documentación, Universidad de Extremadura Badajoz, España.
- Steele, L. W. (1989). *Managing Technology. The Strategic View*. McGraw-Hill. Spinak, E. (1996).
- The Institute of Nanotechnology (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nano.org.uk>
- United States Patent and Trademarks Office (2002). [Patentes y marcas registradas en el área de nanotecnología. Datos en línea]. Disponible: <http://www.uspto.gov>
- Zyvex, Molecular Nanotechnology Company (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.zyvex.com/nano>