



# EL VALOR DEL CONOCIMIENTO Y EFECTOS EN LA COMPETITIVIDAD

---

*Coordinadores:*

José Sánchez Gutiérrez

Paola Irene Mayorga Salamanca

---

**Distribución RIICO 2017- Guadalajara, noviembre 2017**  
**Red Internacional de Investigadores en Competitividad**  
**Universidad de Guadalajara**  
**Editado por: Sánchez Gutiérrez José y Mayorga Salamanca Paola Irene**

**ISBN: 978-607-96203-0-6**



## **La Gestión de Innovación y Tecnología como Elementos Generadores de Competitividad para el Sector de la Nanotecnología en México**

*Gilberto Israel González Ordaz<sup>1</sup>*

*Juan Mejía Trejo\**

### **Resumen:**

El siguiente artículo tiene por objetivo determinar el impacto que la innovación y la tecnología tienen para generar competitividad dentro del sector de la nanotecnología en México, esto a través de un análisis de la situación actual del desarrollo nanotecnológico en México con relación a otros países. Así mismo, se pretende definir cuáles son las técnicas de innovación y los elementos integrales de la tecnología necesarios para diseñar un modelo de gestión que contribuyan en la competitividad basándose en el Modelo Nacional de Competitividad del Premio Nacional de la Calidad, y de este modo determinar la relación existente entre todas las variables.

**Palabras clave:** Gestión de la Innovación, Gestión de la Tecnología, Competitividad.

### **Abstract**

The following paper has as objective to determine the impact that innovation and technology have in order to generate competitiveness in the Mexican nanotechnology sector, this through an analysis of the current situation on the nanotechnological development in Mexico in relation with other countries. In the same way, it is expected to define which the techniques of innovation and the integral elements of technology are needed to design a management model that contributes in the competitiveness based on the National Competitiveness Model of the National Quality Award, and in this way to determine the existing relationship among all the variables.

**Keywords:** Innovation management, Technology management, Competitiveness.

---

<sup>1</sup> \*Universidad de Guadalajara , Centro Universitario de Ciencia Económico-Administrativas



## **Introducción**

En la actualidad, las nanotecnologías son consideradas como una nueva revolución industrial del siglo XXI (Foldadori, 2016), debido a que su implementación multidisciplinar en todos los sectores de la economía y la industria hacen de las nanotecnologías un atractivo campo de trabajo tanto para los países desarrollados como para los países en vías de desarrollo. En Latino América, México es considerado como una potencia en desarrollo de nanotecnologías ocupando el segundo lugar sólo por debajo de Brasil, que ocupa el primer lugar, pero por encima de países como Argentina, Chile y Colombia (Zayago *et al.*, 2013).

Por este motivo, la presente investigación se presenta como un avance en el desarrollo de un modelo de gestión que busca conjuntar todos los elementos necesarios para la generación de competitividad dentro del campo de las nanotecnologías, y que sea aplicable en cualquier sector de esta industria, ya que los países que no se preocupen por generar desarrollos en este sector, en el futuro se verán obligados a importar productos nanotecnológicos de otros países (Foldadori, 2016).

México es la décimo tercera economía mundial (Mars, 2015), por lo que tiene el potencial de desarrollar nanoproduetos, y por esto es fundamental el incremento de su competitividad en este campo, ya que, según el Instituto Mexicano para la Competitividad, México ocupa la posición 32 de un total de 48 países estudiados por este instituto (Cámara de Comercio, 2015).

## **Antecedentes**

Las nanotecnologías incursionaron en México en el año 2001, y fueron reconocidas por el gobierno como un área estratégica en sus políticas de Ciencia y Tecnología. En México, el CONACYT, es el órgano máximo que se encarga del financiamiento y la orientación de los desarrollos de ciencia y tecnología, y a partir del 2009 financia una Red Nacional de Nanociencias y Nanotecnología para aglutinar y facilitar el trabajo científico (Záyago *et al.* 2013), dado que en el caso de las nanotecnologías el cambio se centra en la propia materia, y la materia es requisito para cualquier actividad humana, por lo que este campo de estudio constituye una revolución tecnológica que se inserta en todos los sectores de la economía (Guerrero y Foldadori, 2015).

Por otra parte, el Banco Mundial se ha encargado de clasificar jerárquicamente los países en relación a su porcentaje de alta tecnología en los productos que exportan. Estos productos son los que incorporan Investigación y Desarrollo (I+D) de forma intensiva, productos tales como:

computadoras, farmacéuticos, instrumentos industriales, maquinaria industrial y productos aeroespaciales, entre otros. En el año 2004, 34% de las exportaciones realizadas por Irlanda eran productos de alta tecnología; en Corea del Sur 33%, en Estados Unidos 32%; pero en el caso de Latino América, Chile exportó 5%, Brasil 12% y México 21% (Foldadori *et al.* 2008).

Así mismo, en una investigación realizada por la BCC Research (2014), el mercado global de productos nanotecnológicos fue valorado en \$22.9 billones de dólares en 2013, incrementándose en cerca de \$26 billones de dólares en 2014. Se estima que el mercado de productos nanotecnológicos alcance \$64.2 billones de dólares en 2019, con una tasa de crecimiento de 19.8% a partir de 2014 (Resch y Farina, 2015). Esto representa una gran oportunidad de negocio para México que ocupa el segundo lugar en América Latina, sólo superado por Brasil que se encuentra en el primer lugar.

Si bien es cierto que hay un gran campo de oportunidad dentro del sector de las nanotecnologías en México, existen algunas deficiencias como la falta de un Programa Nacional de Nanotecnologías que contenga las metas, los objetivos, las estrategias y las acciones para el desarrollo de este sector. Además, es necesario tener políticas administrativas en el área de las nanotecnologías, así como determinar los procedimientos para la reglamentación de los productos generados en México y desarrollar la normatividad necesaria en relación con protección de los trabajadores expuestos a la emisión de nanopartículas, el impacto ambiental y la salud de los usuarios de productos con base nanotecnológica (CIMAV, 2008).

### **¿Qué es la nanotecnología?**

La nanotecnología es un campo multidisciplinar que conjunta distintas áreas del conocimiento tales como la física, la química, la biología, la ingeniería y las ciencias sociales, con la finalidad de estudiar y manipular la materia a niveles atómicos o moleculares. El objetivo principal de la nanotecnología es entender, caracterizar, manipular y explotar las características físicas de la materia en una escala definida como "nanoescala", para desarrollar innovaciones en la tecnología y teniendo en consideración su impacto social y ambiental (Foldadori, 2016).

El prefijo "nano" proviene del griego y significa "diminuto", por lo que se utilizó para hacer referencia a una escala de  $10^{-9}$ mm, por lo que el equivalente de un nanómetro es 1 millonésimo de milímetro, lo que significa que al hacer algún tipo de manipulación a escala nanométrica puede, por consiguiente, modificar las características elementales de la materia, tales como: color, conductividad, reactividad, punto de fusión, etc. dando nuevas propiedades a la materia manipulada

(Guerrero y Foldadori, 2015). El oro, por ejemplo, es un metal precioso que en su escala natural no es reactivo, pero utilizado en escala nanométrica se vuelve reactivo, y por lo tanto es utilizado para la fabricación de sensores; otro ejemplo sería el grafito, que en escala natural es un material considerado como blando, pero que al ser utilizado para la elaboración de nanotubos es más resistente que el acero. Cabe señalar, que se ha demostrado que todos los elementos químicos presentan un comportamiento diferente de su escala natural a la escala "nano" (Foldadori, 2016).

La nanotecnología nació como una disciplina tecnológica sólo a partir de la invención de los instrumentos de que pudieron contribuir en la investigación y la experimentación de forma regular y sistemática de la materia, ya que estos permitieron su visualización, medición, manipulación y procesamiento en la escala "nano" en 1982, cuando la compañía IBM creó el microscopio de barrido de túnel eléctrico, y posteriormente se desarrolló el microscopio de microondas electrónicas de barrido en 1986 (Resch y Farina, 2015). Por este motivo, las primeras investigaciones realizadas, de la llamada "nanociencia", datan de mediados de los años 90's cuando los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón comenzaron a impulsar políticas de innovación y desarrollo (I+D) para este campo del Conocimiento (Carrozza y Brieva, 2015).

Cuando se desean desarrollar productos que forman parte de la nanotecnología, estas se llevan a cabo a través de estrategias de investigación que por el momento se basan en dos métodos: El primero de ellos se basa en la generación de productos nanotecnológicos a partir de macroestructuras, su término en inglés es "Top Down", haciendo alusión al hecho de que se parte de "arriba hacia abajo"; el segundo se basa en la generación de productos nanotecnológicos a partir de microestructuras, específicamente en átomos o moléculas, su término en inglés "Bottom Up", indica que se parte de "abajo hacia arriba" (Cimav, 2008).

Algunos de los beneficios de la nanotecnología son: en el campo de la salud (medicina), la nanotecnología ha permitido llegar a los cimientos de la materia, y adquirir conocimientos sobre el control y transformación de sistemas tanto naturales/vivientes como de aquellos hechos por el hombre, en donde el primer nivel de organización de la materia (los átomos) define sus propiedades y funciones. La aplicación de las nanociencias en el campo de la medicina recibe el nombre de nanomedicina (Álvarez-Lemus y López-Goerne, 2012). Actualmente, las aplicaciones de la nanomedicina cubren enfermedades como el VIH/SIDA (Kumar y Kumar, 2014), y otras enfermedades de carácter autoinmunitario (Gharagozloo *et al.* 2014), y tienen usos en la salud bucal (Jain *et al.* 2013) y en la cosmética (Pardeike *et al.* 2009).

Sin embargo, tras el desarrollo tecnológico que brindan las nanotecnologías, también existen varios perjuicios que van a traer consigo y que van a influir de manera radical en la vida de los organismos que hay sobre el planeta. Algunos de estos problemas son: 1) Criogenia o biostasis, 2) Código genético, 3) Aplicaciones militares o nanoterrorismo, 4) Manipulación genética, 5) Desarrollo de máquinas inteligentes, 6) Nanosistemas, 7) Nanocomputación, 8) Control en I+D y 9) Desarrollo nanoescalar (Márquez, 2008).

Además, el hecho de que existan potenciales riesgos a la salud y al medio ambiente de las nanotecnologías no es una novedad. Cuando Estados Unidos lanzó su Iniciativa Nacional de Nanotecnología en el año 2000 incluyeron, aunque con un presupuesto marginal, un capítulo dedicado a los riesgos e impactos sociales. Sin embargo, no fue incluido por los expertos del Banco Mundial ni de la OEA ni de la OCDE en sus políticas de ciencia y tecnología hacia América Latina. Una de las mayores reaseguradoras mundiales, la Múnich Re, emitió en 2002 un reporte sobre las nanotecnologías, donde auguraba un incremento de las demandas judiciales debido a los riesgos y efectos que provocarían (Foladori, 2012). Más tarde habrían otras aseguradoras que se sumarían a tal hecho (Chatterjee, 2009).

En 2004 salió a la luz el informe de la Sociedad Real y la Academia Real de Ingeniería del Reino Unido, donde se hace clara mención de los riesgos, los sujetos más expuestos y las rutas de exposición a las nano partículas (Foladori, 2012).

### **La nanotecnología en México**

El desarrollo de la nanotecnología dentro del contexto nacional tuvo lugar en el año 2001, pero fue hasta el año 2008 cuando se hizo la primera investigación para conocer cómo se había desarrollado esta área del conocimiento en el contexto nacional, a través del "Diagnóstico y Prospectiva de la Nanotecnología en México", estudio realizado por la Secretaría de Economía en conjunto con el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), cuyos resultados fueron los siguientes:

**Academia:** 56 instituciones con investigación y/o docencia relacionada con la nanotecnología, 449 investigadores en este campo, 29% son centros CONACYT, 18% de la UNAM, 15% del Instituto Mexicano del Petróleo, 8% del Instituto Politécnico Nacional y el 30% restante a 20 instituciones localizadas en otros estados del país.

**Recursos Humanos:** 87 programas de posgrado en 27 instituciones relacionados con la nanotecnología.

**Infraestructura:** 157 laboratorios y 17 plantas piloto en diversas instituciones donde se crearon 340 líneas de investigación, sólo instituciones como IIM-UNAM, IMP, IPICYT, CIQA, CIMAV y CENAM tienen equipamiento especializado para el estudio de las nanociencias y las nanotecnologías.

**Industria:** 94 empresas en 15 estados de la república desarrollaban nanotecnología, cifra que aumentó en 2013 a 101 empresas en 16 estados de la república mexicana; 39 en Nuevo León, 31 en Ciudad de México, 10 en el Estado de México, 4 en Querétaro, 3 en Jalisco, 2 en estados como Tamaulipas, Sonora, y Coahuila, y sólo 1 en estados como Yucatán, Veracruz, San Luis Potosí, Quintana Roo, Puebla, Morelos, Hidalgo y Baja California (Záyago *et al.* 2013).

Por sector industrial, las 101 empresas mencionadas anteriormente, están repartidas de la siguiente manera: 17 empresas se dedicaban a la química, 8 empresas a componentes electrónicos, otras 8 a plásticos y hules y 8 más a tratamiento del agua, 7 empresas a la construcción, 6 al comercio, 5 a alimentos y otras 5 a la producción de nanomateriales, 4 a acero y hierro, 4 más a electrónicos, y otras 4 a equipo industrial, 3 empresas al ramo automotriz, 3 a la biotecnología y 3 más a los cosméticos, 2 a la biomedicina, 2 a equipo odontológico, 2 a la farmacéutica, 2 a la línea blanca, 2 a maquinaria y equipo, 2 a la minería, 1 a la producción de papel, 1 a la petroquímica, 1 a servicios de limpieza, y por último, 1 a la producción de textiles (Záyago *et al.* 2013).

En México, el sector de las nanotecnologías han tenido un desarrollo como un campo científico y tecnológico en pleno crecimiento. Ocupa el segundo lugar, sólo por debajo de Brasil dentro de Latino América y el Caribe, y el penúltimo lugar por su producción científica dentro de los países miembros de la OCDE. Sin embargo se ha percibido un rezago en término de inventos patentados, ya que en 2007 sólo existían 28 títulos de patente registrados, lo que despertó el interés por parte de instituciones académicas, por lo que su estudio se ha realizado desde diferentes enfoques: Foldadori y Záyago desde el desarrollo de las nanotecnologías, Delgado desde la economía política, Robles-Belmont y Vinck desde la ciencia de redes y el análisis de redes (Anzaldo *et al.* 2014).

Entre el 80% y el 90% de patentes registradas dentro de este sector, está controlado por Estados Unidos, Japón y la Unión Europea (UE). Además, la falta de tecnología ha generado la emigración



de investigadores mexicanos a universidades estadounidenses y europeas, provocando poco desarrollo en innovación e industrialización, debido a la falta de un plan articulado en un proyecto de nación a largo plazo (Manufactura, 2010).

La política mexicana en el campo de las nanotecnologías, refleja dos objetivos: 1) la búsqueda de competitividad, y 2) el encadenamiento productivo para mejorar las ventajas comerciales (Foldadori 2006). Sin embargo, la falta de iniciativa nacional no permite tener información confiable sobre el gasto en el sector de las nanotecnologías en México, pero si se estima el gasto de México entre 1998 y 2004 en investigación y desarrollo (I+D), es decir, cerca de 14.4 millones de dólares, se puede observar que en comparación a otros países a la vanguardia, es una cantidad muy inferior (Záyago y Foldadori 2010).

El número de patentes registradas dentro de la Oficina Europea de Patentes (EPO) de 2013 a 2016, fue el siguiente: Unión Europea 2,697; Estados Unidos 1,557; Japón 529; China 97; India 41; Sudáfrica 12; México 11; y Brasil 10. Sin embargo, dentro de la Oficina de Patentes y Marca Registrada de Estados Unidos (USPTO), el número de patentes registradas en el mismo período fue: Estados Unidos 20,169; Unión Europea 4,237; Japón 3,166; China 1,972; India 310; Brasil 64; México 47; y Sudáfrica 28. Como se puede observar, en ambas oficinas México ocupa los penúltimos lugares, lo que refleja poca competitividad en la producción de nanotecnología (Statnano, 2017).

### **La Competitividad y el Modelo Nacional de Competitividad**

La justificación de declarar al sector de las nanotecnologías como área prioritaria, así como destinar parte del financiamiento público, es el de elevar la competitividad. Esto supone que el desarrollo de las *high-technologies* permite mejorar la competitividad a nivel internacional, lo que origina desarrollo y bienestar al país (Foldadori, 2016).

La competitividad es la habilidad de empresas, regiones y naciones para generar ingresos relativamente más altos y niveles de empleo sostenible para beneficio de accionistas al tiempo que están expuestos a la competición internacional (Mejía-Trejo, 2012). De igual modo, la competitividad es la capacidad y el rendimiento de una empresa, un subsector o un país para vender y suministrar bienes y servicio en un mercado determinado, en relación con la capacidad y el rendimiento de otras empresas, subsectores o países del mismo mercado (Ikezawa, 2003; Foldadori *et al.* 2015).

Para Temboury (2013), la competitividad está basada en doce pilares fundamentales: 1. Instituciones, 2. Infraestructura, 3. Macroeconomía, 4. Salud, 5. Educación, 6. Mercado de bienes, 7. Mercado laboral, 8. Sector financiero, 9. Capacidad tecnológica, 10. Tamaño del mercado, 11. Sofisticación de los negocios, y 12. Innovación.

Las naciones competitivas se caracterizan por el grado de valuación del tipo de cambio, la cuantía de sus tipos de interés o de su déficit público (Porter, 2008).

En el caso de México, existe su propio Modelo de Competitividad Nacional y las variables que lo componen son: 1. Transformador de liderazgo (TLD), 2. Generación de valor para el cliente (GVC), 3. Planeación estratégica (PE), 4. Orientación al cambio, la innovación y el desarrollo continuo (OCID), 5. Compromiso Social (CSO), 6. Bienestar e inclusión (B&I), 7. Conocimiento (CON), y 8. Agilidad (AGI) (Premio Nacional de la Calidad, PNC, 2017).

La presente investigación utiliza el modelo del PNC, debido a que la mayor parte de las variables que se miden dentro de este modelo se han encontrado en la literatura de las nanotecnologías en México. Además, se busca utilizar variables que se utilicen dentro de la industria, ya que se desea desarrollar competitividad en el sector de las nanotecnologías como una industria en la República Mexicana.

### **La tecnología como factor de competitividad**

Se entiende como tecnología al conjunto de conocimientos de carácter científico y empírico, habilidades, experiencias y organización que son necesarios para producir, distribuir, comercializar y utilizar bienes y servicios. La tecnología incluye tanto los conocimientos teóricos como los prácticos, recursos físicos, el *know how (saber cómo)*, métodos y procedimientos productivos, gerenciales y organizativos, entre otros (Ochoa *et al.* 2007).

La tecnología, según Solleiro (2008), utiliza ideas, está ligada a la creatividad, ingenio, intuición, inteligencia y visión con la finalidad de producir y distribuir de forma eficiente productos de acuerdo a las necesidades del mercado y la sociedad. Ésta puede ser usada en el ámbito interno, venta y compra de formas diferentes. También puede ser compartida gratuitamente o explotada con fines comerciales. Además, se puede utilizar por empresas independientes y en consorcios o en acuerdos de colaboración y redes.

Según Feeberg (2005), la tecnología es un fenómeno de dos caras, es decir, por un lado el operador y por el otro el objeto, ya que en el lugar donde se unen ambos, la acción técnica pasa a convertirse en un ejercicio de poder, e incluso allí donde la sociedad se organiza a través de la tecnología, el poder tecnológico es la principal forma de poder social.

Por su parte, Restrepo-González (2000) y Ochoa *et al.* (2007), mencionan que los conocimientos tecnológicos se incorporan en diferentes objetos: 1. Objetos (*hardware*): maquinarias, equipo, materiales, 2. Registros (*software*): procedimientos, manuales, bases de datos, 3. Hombre (*humanware*): conocimientos y habilidades, y 4. Instituciones (*orgware*): estructuras, formas de organización, interacciones, experiencia laboral.

Cabe señalar que dentro de una sola tecnología debe incorporarse en diferentes objetos, ya que de modo contrario, ésta sería una tecnología incompleta. Además, Tapias-García (2000) menciona que al igual que los seres biológicamente constituidos, la tecnología también tiene un ciclo de vida, es decir, la tecnología tiene una gestación, un nacimiento, un crecimiento y desarrollo, y por último una "muerte" u obsolescencia.

Por otra parte, Zorrilla (1997) en su publicación: "*La gerencia del conocimiento y la gestión tecnológica*", menciona la taxonomía de la tecnología, ya que existen varios conceptos que se asocian a ésta, que le otorgan diversas connotaciones según su origen, importancia relativa o forma en la que se presenta:

1. **Tecnología dura:** es la que incorpora máquinas, equipos, plantas de procesos, etc.
2. **Tecnología blanda:** se refiere a metodologías, procedimientos, tipos de gestión, etc.
3. **Tecnología incorporada:** es en la que se forma parte de un equipo o máquina.
4. **Tecnología desincorporada:** se encuentra descrita de documentos: planos, manuales, patentes, etc.
5. **Tecnología medular:** se considera central e indispensable, o es crítica para un negocio en particular.
6. **Tecnología complementaria:** es la que no es considerada como medular, pero que igualmente es necesaria para alcanzar los objetivos de un negocio específico.

Sin embargo, Restrepo-González (2000) menciona la clasificación de la tecnología de acuerdo a su grado de modernidad:

1. **Tecnología primitiva:** corresponde a las épocas primitivas, esclavistas y feudales.
2. **Tecnología moderna:** se desarrolla en los últimos decenios.
3. **Tecnología atrasada:** que ha sido superada por otra en algún factor.
4. **Tecnología de punta:** acaba de ser generada o producida.

### **Componentes de la tecnología**

El concepto de tecnología implica elementos que son los encargados de explicar la evolución de los diversos tipos de utilización de la misma. Existen cinco componentes básicos en el desarrollo de una tecnología (Morote *et al.* 2014).

1. **Conceptos, teorías o fundamentos básicos de una tecnología:** ligados a las disciplinas científicas que se han realizado en años anteriores y que posteriormente permiten producir tecnologías actuales que superan a las preexistentes.
2. **Notaciones o lenguajes:** que se encargan de describir los sistemas o ciertas características propias de las cosas que se van a desarrollar con la tecnología considerada.
3. **Herramientas:** objetos que permiten manipular la descripción y la automatización que los fundamentos posibilitan y aseguran que se cumplan determinadas propiedades.
4. **Conocimiento relativo al dominio de aplicación:** con la finalidad de sintonizar los elementos con los aspectos que se encuentran en la base de los sistemas por diseñar.
5. **Método de aplicación:** se conforma por la interacción entre los conceptos, las notaciones y las herramientas para llevar a cabo el desarrollo de sistemas complejos.

Las afirmaciones anteriores indican que el dominio de la tecnología por parte de la empresa se fundamenta en el principio de preservar su capacidad competitiva, siempre que utilice perfectamente los conocimientos que posee, considere la posibilidad de adaptarse a las nuevas situaciones que surjan en su entorno, realice un control efectivo sobre sus tecnologías claves, desarrolle tecnologías emergentes que requieran cortos períodos de implementación y logre la disminución selectiva del apoyo a sus tecnologías básicas. Esto dio pie al concepto de la Gestión de la Tecnología.

### **La Gestión Tecnológica o Gestión de la Tecnología**

Según el glosario de términos del BID-SECAB-CINDA, el concepto de la Gestión Tecnológica (GT) es: "*La gestión tecnológica es la disciplina en la que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencias y administración con el fin de realizar la planeación, el desarrollo y la implantación de soluciones tecnológicas que contribuyan al logro de los objetivos estratégicos y técnicos de una organización*" (Restrepo-González, 2000).

De igual modo, la gestión de la tecnología es el conjunto de técnicas que permiten identificar el potencial y los problemas tecnológicos en una empresa, para diseñar e implementar los planes de innovación y las mejoras continuas, con la finalidad de reforzar la competitividad (Solleiro, 2008).

Un sistema de gestión tecnológica en su operación debe llevar a cabo 16 actividades fundamentales (Kalenatic *et al.* 2009): 1. Determinar el área tecnológica, 2. Determinar las actividades tecnológicas, 3. Evaluar técnicamente las alternativas tecnológicas, 4. Establecer las condiciones necesarias, 5. Evaluar integralmente las alternativas tecnológicas, 6. Traducir las ventajas del lenguaje de diversos expertos, 7. Retroalimentarse de los expertos, 8. Elegir la tecnología, 9. Adquirir la tecnología, 10. Incorporar la tecnología, 11. Mantener y optimizar la tecnología, 12. Seguir y controlar la tecnología, 13. Evaluar la tecnología, 14. Disponer de tecnología obsoleta, 15. Disponer de parte recambiables, y 16. Disponer de salidas no deseadas.

Sin embargo, por su parte Navarro (2006) menciona que existe un ciclo de la tecnología que es continuo y consta de cinco fases: 1. De percepción (tener conciencia de la existencia de tecnologías emergentes), 2. De adquisición (obtener tecnología particular haciendo estudios de factibilidad técnica y económica), 3. De adaptación (hacer adaptaciones a la tecnología adquirida según las necesidades de la empresa), 4. De avance (hacer improvisaciones cuando el capital es limitado), y 5. De abandono (decisión con base en la obsolescencia de adquirir o no nuevas tecnologías).

Por este motivo, al igual que la tecnología, la innovación es otro elemento útil a la hora de querer generar mayor competitividad en cualquier industria.

### **La innovación como elemento generador de competitividad**

El concepto de "innovación" surgió a partir de la creatividad, vocablo de origen latino que proviene de "crear": *producir* o *engendrar*. Crea Business Idea (2011), define la innovación como: "*la habilidad para generar de manera fácil ideas, alternativas y soluciones e un determinado*

*problema*". Por consiguiente, la creatividad es la base del proceso de generación de ideas dejando de serlo ya que se ha vuelto una práctica a través de la innovación (Trejo *et al.* 2014). Según Trott (2005), citado por Aponte-Figueroa (2016), una innovación está fundamentada por dos elementos clave: 1) la novedad, y 2) la explotación comercial.

La innovación surge a través de los conocimientos científicos que resultan de las actividades de I+D que, si se aplica exitosamente, produce una ruptura percibida como positiva del nivel tecnológico anterior al momento de la innovación. Por lo que se distinguen dos tipos de innovaciones: 1) innovación radical (Albornoz, 2009); y 2) innovación incremental (Lunvall, 1992; Albornoz 2009).

Por este motivo, la innovación es un elemento fundamental para el desarrollo de nuevas tecnologías que permite ser más competitivos dentro del ámbito industrial global. "*La teoría del desarrollo económico: Una investigación sobre los beneficios, el capital, el crédito, el interés y el ciclo comercial*", escrito por Schumpeter, fue la primera publicación que definió el concepto de innovación donde se mencionó que las innovaciones son "la realización de nuevas combinaciones" (Alecusan & Dimitrescu, 2016). Además, la innovación tiene múltiples niveles de aplicación: 1. Innovación de los productos, 2. Innovación de los procesos, 3. Innovación de la mercadotecnia, y 4. Innovación organizacional (Săvescu & Grama, 2016).

De igual modo, la innovación se clasifica según la magnitud de cambio que conlleva en: 1. Incremental, 2. Radical, 3. Modular y 4. Arquitectural (Cantú y Zapata, 2006).

Por otro lado, el Manual de Oslo (2005, citado por Nuchera *et al.* 2008), distingue dos tipos de innovaciones: 1) Innovación de producto: es el tipo de innovación que se encarga de crear nuevos productos o servicios, o en la mejora de sus características, prestaciones y calidad de los productos ya existentes; y 2) Innovación de proceso: es el tipo de innovación en el que se realizan nuevos procesos de producción o la modificación de los ya existentes, y su finalidad primordial es el reducir costos. De acuerdo con D'Alvano e Hidalgo (2012), la innovación representa algo crucial en las empresas para crear una ventaja competitiva y valor superior al cliente.

Por este motivo, en 1970 surgen las actividades de gestión de la innovación como un componente integral en la gestión de la organización, ya que la gestión tiene por objetivo la creación de un clima óptimo para la innovación, que logre los objetivos organizacionales, crear condiciones necesarias para cumplir con el plan propuesto para cambiar algo por lo mejor. El cambio se puede entender



como: renovar un producto o una técnica, un método de trabajo, una estructura organizacional o creencias, comportamientos, etc. (Vlășceanu, 2013).

### **La Gestión de la Innovación**

La competitividad reconoce el potencial de la innovación que se define como: la implementación de un producto, proceso, un nuevo método de marketing o un nuevo método de organización en las prácticas empresariales (OCDE, 2015). Por lo tanto, un modelo para la gestión de la innovación se define como el conjunto de herramientas para los gerentes de diseño e implementación con un entendimiento común de los procesos y objetivos para una empresa. Permite que la organización responda a las oportunidades externas o internas y utilice su creatividad para introducir nuevas ideas, procesos o productos. (Miyazaki e Islam, 2007; Dodgson *et al.* 2008). Utilizando el conjunto de herramientas, la gestión de la innovación puede activar y desplegar las capacidades creativas de la fuerza de trabajo para el desarrollo continuo de una empresa. No está relegado sólo a I+D, que involucra a los trabajadores y gerentes en todos los niveles, contribuyendo creativamente al desarrollo de productos de una empresa, la fabricación y la comercialización. Las herramientas comunes pueden incluir desde: la lluvia de ideas (brainstorming), prototipado virtual, gestión del ciclo de vida del producto, gestión de ideas hasta TRIZ, QFD, Phase-gate, la planificación de la línea de productos y la gestión de carteras, entre otros. De acuerdo con la European Commission Directorate General for Enterprise and Industry (ECDGEI) (2004), existen 10 grupos de técnicas de gestión de innovación con más de 40 técnicas particulares:

1. **Técnicas de Gestión del Conocimiento:** (1) Auditoría del Conocimiento; (2) Mapeo del Conocimiento; (3) Sistema de gestión de documentos; (4) Derechos de Propiedad Intelectual.
2. **Técnicas de Inteligencia del Mercado:** (5) Vigilancia Tecnológica; Análisis de patentes (6) CRM (Customer Relationship Management); (7) Geomarketing; (8) BIS (Sistemas de Inteligencia de Negocios).
3. **Técnicas Cooperativas y de Redes:** (9) Enfoques de Team-Building, (10) Tecnologías de Groupware, (11) SCM (Supply Chain Management), (12) Clustering Industrial.
4. **Técnicas de Gestión de Recursos Humanos:** (13) Herramientas de reclutamiento en línea, (14) Intranets corporativas, (15) Técnicas de teletrabajo; (16) Técnicas de e-Learning, (17) Herramientas de Groupware.
5. **Técnicas de Gestión de Interfaces:** (18) Ingeniería Concurrente (19) Interfaz de I + D / Marketing.

6. **Técnicas de Creatividad y Desarrollo:** (20) Lluvia de ideas; Pensamiento lateral; (21) TRIZ (Solución de Problemas Inventiva); (22) método SCAMPER; (23) Cartografía de la mente.

7. **Técnicas de Mejoramiento de Procesos:** (24) Gestión del flujo de trabajo; (25) Reingeniería de Procesos de Negocio; (26) JIT (Just-in-Time), (27) TQM (Gestión de Calidad Total); (28) Tecnología de Procesos Inteligentes.

8. **Técnicas Innovadoras de Gestión de Proyectos:** (29) Fase de gestión previa al proyecto; (30) Fase de Gestión de Proyectos de Desarrollo; (31) Fase de Gestión; (32) Aprendiendo de la experiencia; (33) Gestión de Cartera de Proyectos.

9. **Técnicas de Gestión de Diseño:** (34) Gestión de Diseño Expandiendo en Alcance (35) Sistemas de CAD; (36) RP (Prototipado Rápido), (37) Enfoques de Usabilidad; (38) VA (Análisis de Valor).

10. **Técnicas de Creación de Negocios:** (39) Incubadoras virtuales, (40) Ingresos de la investigación al mercado; (41) Juegos de simulación de negocios asistidos por computadora; (42) Emprendimiento; (43) El Plan de Negocios.

### **Conclusiones**

México es una economía emergente con la capacidad de generar productos nanotecnológicos, ya que cuenta con instituciones académicas que cuentan con programas de nanotecnología, recursos humanos, infraestructura y participación por parte de distintas industrias que han comenzado a utilizar nanotecnología en sus productos. Sin embargo, existen pocos registros de patentes tanto en la EPO como en la UPSTO, ya que ocupa en ambos casos el penúltimo lugar en relación no sólo a países desarrollados con la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, sino también a otras economías emergentes como China, India, Sudáfrica y Brasil. Además, México se encuentra en la posición 32 de 48 países de acuerdo al Instituto Mexicano para la Competitividad, lo que se traduce en un bajo nivel de competitividad.

Por este motivo se estudiaron tanto la tecnología como la innovación como dos elementos que sirven para generar competitividad dentro de las actividades empresariales, y a través de la información recabada se pudo constatar que ambos factores son necesarios para incrementar los niveles de competitividad, ya que cada uno de estos dos elementos contribuyen de manera positiva debido a los aportes que brindan a la competitividad.

Por una parte, la tecnología sirve para generar mejores y nuevas tecnologías, pues los elementos que la componen: hardware, software, humanware y orgware; son esenciales para aumentar las capacidades de una empresa, al seguir todas sus fases: de percepción, adquisición, adaptación,

avance y abandono, se producen nuevos recursos tecnológicos y por ende se genera una mayor competitividad.

Por otra parte, la innovación es la parte que se encarga de transformar las ideas que se producen a través de la creatividad y que al materializarse se convierten en un invento capaz de mejorar un producto y/o servicio. Además, existen grupos de técnicas capaces de contribuir en el proceso de la innovación, mismos que están clasificados en 10 grupos, según la ECDGEI. La innovación es un elemento que permite a las empresas tener alguna ventaja competitiva, por lo que también es un factor importante para generar competitividad.

En conclusión, tanto la tecnología como la innovación son dos elementos fundamentales para ser más competitivos, por lo que estos dos elementos deben ser implementados dentro del sector de las nanotecnologías en México para aumentar los niveles de competitividad.

### Referencias

- Albornoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 5(13), 9-25.
- Alecusan, A. M., y Dimitrescu, A. (2016). Innovation Management: The Past, Present and Future of the Market. *Studies In Business & Economics*, 11(3), 140-149. doi:10.1515/sbe-2016-0041
- Alvarez, M., y López, T. (2012). Nanotecnología y cáncer: aplicación al tratamiento de tumores cerebrales. *Archivos De Neurociencias*, 17(2), 102-109.
- Anzaldo M., Chauvet M., y Maldonado, L. A. (2014). Fondos públicos para la investigación en nanotecnologías en México y el cambio de paradigma de la política de CTI. *Interciencia*, 39(1), 8-15.
- Aponte, I. M. (2016). Gestión de la innovación tecnológica mediante el análisis de la información de patentes. *Revista Negotium*, 11(33), 42-68.
- Cámara de Comercio (2015). *Agenda de Competitividad Jalisco*. Recuperado de [www.camaradecomerciojdl.mx/images/Agenda%20Competitividad%20Estatadl.pdf](http://www.camaradecomerciojdl.mx/images/Agenda%20Competitividad%20Estatadl.pdf)
- Cantú, S. O., y Zapata, A. R. P. (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología (ginnt)? *Journal of Technology Management & Innovation*, 1 (2), 64-82.
- Carrozza, J. T., y Brieva, S. S. (2015). ¿Quién es el dueño de los átomos? Nanotecnologías y derecho de propiedad intelectual. *Íconos. Revista De Ciencias Sociales*, 52, 163-180. doi:10.1714/iconos.52.2015.1399

- Centro de Investigación en Materiales Avanzados. (2008). *Diagnóstico y perspectiva de la nanotecnología en México*. México: Secretaría de Economía/CIMAV.
- Chatterjee, R. (2009). *Insurers Scrutinize Nanotechnology*, *Environmental Science and Technology*. Recuperado de <http://pubs.acs.org/doi/pdfplus/10.1021/es900041e>
- DAlvano, L., e Hidalgo, A. (2012). Innovation management techniques and development degree of innovation process in service organizations. *R & D Management*, 42(1), 60-70. doi:10.1111/j.1467-9310.2011.00663.x
- Dodgson, M., Gann, D. M., y Salter, A. (2008). *The management of technological innovation: strategy and practice*. Oxford University Press on Demand.
- European Commission Directorate General for Enterprise and Industry (ECDGEI) (2004). *Innovation Management and Knowledge Driven Economy*. Recuperado de [https://cordis.europa.eu/innovationpolicy/studies/pdf/studies\\_innovation\\_management\\_final\\_report.pdf](https://cordis.europa.eu/innovationpolicy/studies/pdf/studies_innovation_management_final_report.pdf).
- Feenberg, A. (2005). Teoría crítica de la tecnología. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 2(5), 109-123. Recuperado de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-00132005000200007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132005000200007&lng=es&tlng=es).
- Foladori, G. (2012). Riesgos a la salud y al medio ambiente en las políticas de nanotecnología en América Latina. *Sociológica*, 27(77), 143-180.
- Foladori, G. (2016). Políticas públicas en nanotecnología en América Latina. *Problemas del Desarrollo*, 47(186), 59-81.
- Foladori, G., Arteaga Figueroa, E., Záyago Lau, E., Villa, L., Appelbaum, R., Robles, E., y Parker, R. (2015). Relevancia y apoyo público de la Investigación en Nanotecnología en México. *Anduli*, 14, 195-222.
- Foladori, G., Rushton, M., y Zayago Lau, E. (2008). *Nanotechnology for Development or Knowledge Enclaves? The World Bank Case for Latin America. Applications Of anotechnology*.
- Foladori, G., Záyago, E., Appelbaum, R., y Parker, R. (2012). Mexico-U.S. Scientific Collaboration in Nanotechnology. *Frontera Norte*, 24(48), 145-164.
- Foladori, G. (2006). Nanotechnology in Latin America at the Crossroads. *Nanotechnology Law & Business Journal*, 3 (2), 205–216.
- Gharagozloo M, Majewski S., y Foldvari M. (2014). Therapeutic applications of nanomedicine in autoimmune diseases: From immunosuppression to tolerance induction. *Nanomedicine*. 2015;11:1003-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nano.2014.12.003>.

- Guerrero, M. G., y Foladori, G. (2015). Divulgación de Ciencia y Tecnología: los límites del enfoque técnico en las nanotecnologías. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 12(3), 508-519. doi:10498/17605
- Ikezawa, N. (2003). Competitiveness in high-tech fields and nanotechnology. *NRI Papers*, 62.
- Jain S, Jain AP, Jain S, Gupta O. N., y Vaidya A. (2013). Nanotechnology: An emerging area in the field of dentistry. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jds.2013.08.004>
- Kalenatic, D., González, L. J., López, C. A., y Arias, L. H. (2009). El sistema de gestión tecnológica como parte del sistema logístico en la era del conocimiento. *Cuadernos de administración*, 22(39).
- Kumar, N., y Kumar, R. (2014). Human immunodeficiency virus (HIV) and acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). En *Nanotechnology and nanomaterials in the treatment of life-threatening diseases* (pp 299-345). Oxford: William Andrew Publishing
- Lundvall, B. (1992). *National System of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publishers.
- Manufactura. (2010). *La nanotecnología crece en el mundo*. Recuperado de <http://expansion.mx/manufactura/2010/12/20/la-nanotecnologia-crece-en-el-mundo>.
- Márquez D. J. E. (2008). Nanobioética, nanobiopolítica y nanotecnología. *Salud Uninorte*, 24(1), 140-157.
- Mars, A. (2015): *¿Cuáles son las mayores economías del mundo? ¿Y las más diminutas?* Recuperado de [http://economia.elpais.com/economia/2015/04/15/actualidad/1429060990\\_180502.html](http://economia.elpais.com/economia/2015/04/15/actualidad/1429060990_180502.html)
- Mejía, J., Sánchez, J., y Vázquez, G. (2012b). *Process Innovation: Improving the Railroad Sector for Competitiveness*. Washington, D.C.: American Society for Competitiveness. Fall Conference.
- Miyazaki, K., e Islam, N. (2007). Nanotechnology systems of innovation—An analysis of industry and academia research activities. *Technovation*, 27(11), 661-675.
- Morote, J. P., Serrano, G. L., y Nuchera, A. H. (2014). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. México: Ediciones Pirámide.
- Navarro, K., Romero, E., Bauza, R., y Granadillo, V. (2006). Estudio sobre la gestión tecnológica y del conocimiento en una organización creadora de conocimiento. *Revista venezolana de gerencia*, 11(34).
- Nuchera, A. H., Idoipe, A. V., y Torres, M. (2008). Los factores clave de la innovación tecnológica: claves de la competitividad empresarial. *Dirección y organización*, 36, 5-22.

- OCDE (2015). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Recuperado de <http://www.oecd.org/sti/inno/oslomanualguidelinesforcollectingandinterpretinginnovationdata3rdedition.htm>
- Ochoa, M., Valdés, M., y Quevedo, Y. (2007). Innovación, tecnología y gestión tecnológica. *ACIMED*, 16(4). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352007001000008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007001000008&lng=es&tlng=es).
- Pardeike, J., Hommoss, A., y Müller, R. H. (2009). Lipid nanoparticles (SLN, NLC) in cosmetic and pharmaceutical dermal products. *Int J Pharm*, 366, 170-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2008.10.003>.
- Porter, M. (2008). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors (Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia)*. Nueva York: The Free Press.
- Premio Nacional de Calidad (2017). *National Competitiveness Model*. Recuperado de <http://www.pnc.org.mx/e-book-modelo-nacional-para-la-competitividad/>
- Resch, S., y Farina, M. C. (2015). Mapa do conhecimento em nanotecnologia no setor agroalimentar. *Revista De Administração Mackenzie*, 16(3), 51-75. doi:10.1590/1678-69712015/administracao.v16n3p51-75
- Restrepo, G. (2000). El concepto y alcance de la gestión tecnológica. *Revista Facultad de Ingeniería*, (21), 178-185.
- Săvescu, D., y Grama, D. (2016). Some aspects regarding the competitiv innovation management. *Bulletin Of The Transilvania University Of Brasov, Series I: Engineering Sciences*, 9251-258.
- Solleiro, J. L., y Castañón, R. (2008). Gestión tecnológica: conceptos y prácticas (No. 658.514).
- Tapias García, H. (2000). Gestión tecnológica y desarrollo tecnológico. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 21.
- Temboury, Mercedes (2013). *¿Inventan ellos? El estado de la innovación y la tecnología en América Latina*: Real Instituto Alcano.
- Trejo, J. M., Gutiérrez, J. S., Ávila, G. V., y Administrativas, C. U. D. C. E. (2014). *Liderazgo como factor clave que detona la innovación en las organizaciones*.
- Trott, P. (2005). *Innovation Management and New Product Development*. Harlow, Inglaterra: Pearson Education Limited.



- VLĂȘCEANU, C. (2013). Innovation Management - Solution in the Context of the Contemporary Society Challenges. *Review Of International Comparative Management / Revista De Management Comparat International*, 14(5), 774-782.
- Záyago, E., y Foladori, G. (2010). La nanotecnología en México: un desarrollo incierto. *Economía, Sociedad y Territorio*, 32(10), 143-178. 2010.
- Záyago, E., Foladori, G., Appelbaum, R., y Arteaga, E. (2013). Empresas nanotecnológicas en México. Hacia un primer inventario. *Estudios Sociales*, 21(42), 11-25.
- Zorrilla, H. (1997). La gerencia del conocimiento y la gestión tecnológica. *Universidad de los Andes. Programa de Gestión Tecnológica. Trabajo Final, ECOPETROL*.