

Nanotecnología; un nuevo futuro para los investigadores y una mina de oro para inversionistas y empresarios mexicanos

MILTON JORGE*

Los imposibles de hoy serán posibles mañana.
Konstantin Tsiolokovsky (1857-1937), científico espacial ruso.

RESUMEN. Este artículo explica la situación, retos y oportunidades que la nanotecnología ofrece a los empresarios en diferentes industrias productivas. Empezaremos analizando la situación de la nanotecnología en el mundo y su estatus comercial en México. El artículo continúa señalando un grupo de factores que influyen en las decisiones de inversión en nanotecnología. Finalmente, se comenta un modelo-solución, cuya dinámica posibilita la competitividad de los productos en el mercado, a través de asociaciones y convenios con nano científicos y grupos satélite de soporte profesional multidisciplinario, enfocados a asegurar temas de dominio de patentes, contratos de licenciamiento y retornos de inversión.

DEFINICIÓN Y MISIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA

John C. Miller, vicepresidente de Arrowhead Research y coautor del libro *The handbook of nanotechnology* (Miller *et al.*, 2004), define nanotecnología como la manipulación de la materia a nivel atómico, molecular o macromolecular, a escala de 1–100 nanómetros. En su libro, concluye que la nanotecnología está generando conocimiento fundamental de los fenómenos de la materia y permitiendo crear nuevos materiales para desarrollar estructuras, dispositivos y sistemas con propiedades y funciones nunca antes imaginadas. Por ejemplo, óxidos metálicos a nivel nanoescala, los cuales permiten mejorar los poderes catalíticos de convertidores ambientales, recubrimientos con nanopartículas auto repelentes para autolimpieza de superficies diversas o cerámicas mejoradas para resistir condiciones térmicas y mecánicas extremas.

* Milton Jorge, fundador de la firma del mismo nombre, es economista y posee una maestría en mercadotecnia así como varios diplomados en planeación estratégica y estrategia de mercado. Ha trabajado en la industria de la salud por más de siete años, generando experiencia en la identificación, diseño e implementación de programas de educación estratégica para diferentes instituciones de referencia públicas y privadas en México. Asimismo, ha desarrollado y ejecutado exitosamente planes de negocio para la adquisición, distribución y comercialización de biotecnología diagnóstica in-vitro / in-vivo de compañías internacionales como Siemens, Beckman Coulter, J&J, Applied Biosystems, Grifols, entre otras. Con una extensa red de contactos internacionales y nacionales, ha integrado equipos de trabajo para el diseño de nuevos productos y servicios para la industria de la salud en México.

LA NANOTECNOLOGÍA YA ESTÁ EN MUCHAS INDUSTRIAS Y CREANDO VENTAJA COMPETITIVA PARA LAS EMPRESAS

Sin duda, la manipulación y reorganización de la materia a precisión atómica abre un número inimaginable de soluciones para los retos más importantes que enfrentan nuestras sociedades. Por ejemplo, en el sector energético, agrícola y medio ambiente, países como China, Rusia, Alemania o Estados Unidos están investigando y desarrollando nanocatalizadores para la generación de hidrógeno, los cuales permiten mejorar la producción, conversión y almacenamiento de energía, así como nanomagnetos para remover contaminantes de la tierra. En la industria de la construcción, se está invirtiendo tiempo en investigación para aumentar las propiedades funcionales de los materiales a través de nanoestructuras moleculares para robustecer materiales como el asfalto y el concreto, entre otros. Por otro lado, el cuidado del medio ambiente también se verá favorecido por la nanotecnología. Por ejemplo, Israel está invirtiendo millones de dólares en investigación para el desarrollo de nanomembranas purificadoras, que permitan en un futuro la remediación y tratamiento del agua de una manera más eficiente y económica. Finalmente, nanosensores y nanocápsulas liberadoras de drogas terapéuticas están siendo diseñadas para incrementar la precisión diagnóstica y tratamiento clínico de pacientes con cáncer o enfermedades inmunológicas adquiridas. En general, éstas y otras investigaciones nanotecnológicas, aunque ya presentan grandes avances en sus fases de investigación y desarrollo, existen todavía áreas de investigación que requerirán tiempo e inversión para migrarlos a la fase de comercialización. Esto representa una gran oportunidad para el inversionista mexicano, pues la inexistencia de condiciones para la comercialización de la nanotecnología en México precisa definir las condiciones comerciales, alianzas estratégicas y canales de distribución de las nuevas soluciones tecnológicas que impactarán de manera importante las esferas políticas y económicas de nuestro orden social.

LA PENETRACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN EL MERCADO

Aunque pareciera que la penetración de nanotecnología es mínima, compañías importantes de productos de uso diario como Adidas, Chanel y BMW están actualmente innovando a través de nanotecnología. De acuerdo con PEN -the *Project on Emerging Nanotechnologies*,¹ existen hasta la fecha 807 nanoprodutos a nivel mundial, los cuales son producidos por 464 compañías localizadas en 21 países diferentes. Estos productos van desde baterías, purificadores de aire, cámaras fotográficas, computadoras, televisiones, hasta cremas cosméticas y productos antibacteriales para mascotas. Uno de los productos interesantes y novedosos, es la pintura antigrafiti desarrollada por el Dr. Víctor Castaño Meneses, director del Centro de Física y Tecnología Avanzada de la UNAM. Esta nanoaplicación ha sido patentada para su comercialización por la compañía de pinturas mexicana COMEX, permitiendo seguir ofreciendo soluciones que superan las expectativas de sus clientes y posibilidades de la competencia.

¹ www.nanotechproject.org/.

De acuerdo con PEN, la cantidad de nanoproductos ha crecido en un 279% en los últimos dos años, incrementando el portafolio de nanoproductos de 212 a 813. Por otro lado, Lux Research proyecta que para el 2015, el 15% de los productos manufacturados en el mundo incorporarán avances a nivel nanoescala, lo que representará ventas de por unos 3 mil millones de dólares. Ambos análisis sugieren a la nanotecnología como herramienta tecnológica atractiva, permitiendo a las compañías mejorar y asegurar competitividad en el mercado a través de estrategias de innovación y diferenciación de sus productos.

LA NANOTECNOLOGÍA SE VERÁ BENEFICIADA POR LAS ACCIONES DEL GOBIERNO AL 2030

En el 2007, el gobierno federal organizó un ejercicio de reflexión y prospectiva llamado Visión México 2030. En él se llevaron a cabo 14 análisis temáticos, abordando, entre otros temas, el desarrollo en ciencia y tecnología (cyt). En particular, el análisis sobre cyt concluyó en la definición de una serie de acciones de corto y mediano plazo. De ellas, resaltan cinco acciones estructurales:

- Primero, mejorar la relación del gasto de inversión en cyt con respecto al PIB.
- Segundo, incrementar el empleo a través de la cyt, así como el valor neto de las exportaciones.
- Tercero, incrementar el número y uso de patentes, así como el número de publicaciones científicas a nivel internacional.
- Cuarto, procurar la generación de una reforma educativa para incrementar el número de investigadores y,
- Quinto, asegurar reglas e incentivos que vinculen la ciencia con el empresariado mexicano.

Estas acciones representarán grandes oportunidades para la nanotecnología y el empresariado mexicano ya que, aunque la posición de México a nivel mundial es aceptable, existen grandes áreas de oportunidad alrededor de la comercialización de nanoproductos. De acuerdo con el Dr. Gian Carlo Delgado Ramos (2008), investigador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM, México ocupa la posición 70 en cuanto a publicaciones entre los primeros 100 centros de investigación de nanotecnología del mundo.

Esta posición es resultado de varios esfuerzos. Por ejemplo, la calidad en la investigación y aportaciones a la ciencia representan variables de crédito a las instituciones de investigación. Un ejemplo de calidad y productividad es representado por el Dr. Mauricio Terrones, investigador del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), quien en un estudio publicado en el 2008 por *Physical Status Solodi B*, ha sido considerado dentro de los 10 científicos más productivos y con más publicaciones científicas enfocados a la investigación de nanotubos en el mundo (Werner y Andreas, 2008).

MÉXICO INVIERTE EN NANOTECNOLOGÍA Y SE POSICIONA COMO HERRAMIENTA PARA INNOVAR

Otro factor importante es el presupuesto asignado a nanotecnología, el cual, de acuerdo con el reporte de nanotecnología de la Secretaría de Economía, en el periodo 1998-2004 se invirtió un total aproximado de 14.4 millones de dólares, el cual se distribuyó entre 152 proyectos de investigación administrados por 58 institutos. El 53% del presupuesto se asignó a investigación de nanomateriales, 14% a química, 14% a electrónica, 12% a física y 7 % a otros (Werner y Andreas, 2008). Por otro lado, en el 2008, México reportó 449 investigadores, 157 laboratorios, 17 plantas piloto y 340 líneas de investigación (SE-CIMAV, 2008).

Asimismo, el reporte logra sintetizar los resultados de la encuesta sectorial realizada a 94 empresas con potencial nanotecnológico, siendo el 64% grande empresa, el 20% mediana, 12% pequeña y 4 % microempresa. Por ejemplo, el 59% de estas empresas no conoce el tema o tiene un conocimiento incipiente acerca de la nanotecnología. Además, señala que, en general, las empresas no tienen acceso a laboratorios y plantas piloto equipadas para realizar proyectos de investigación en nanotecnología. Del mismo modo, el reporte identifica oportunidades comerciales alrededor de nano aplicaciones capaces de incrementar el poder antibactericida, cubriente, catalizador y de resistencia de productos en sectores como el de la salud, anticorrosivos, purificadores ambientales y productos expuestos al medio ambiente.

También identifica la creciente tendencia a requerir nanopartículas inorgánicas, desarrollo de nanotubos y metales para nanobiotecnología, diseño de software para simulación y diseño de nanomateriales, y consultoría de procesos y nanoproducción.

Finalmente, la encuesta permite dimensionar el posicionamiento y percepción de la nanotecnología como una oportunidad para diferenciar productos en el mercado, ya que sólo el 16% de los encuestados reportaron que la nueva nanosolución sería utilizada para nuevos productos, mientras que el 84% restante utilizaría la nueva técnica para mejorar los productos actuales.

LAS OPORTUNIDADES Y ACCIONES PARA INVERTIR EXITOSAMENTE EN NANOTECNOLOGÍA

En entrevistas con varios funcionarios, científicos y empresarios de México, se identificaron 9 hechos que afectan la comercialización de nano productos en nuestro país.²

- Los esquemas de financiamiento público para proyectos de investigación y desarrollo científicos se perciben complejos, burocráticos y politizados.
- La inversión privada se considera altamente condicionada y requiere de tiempo, habilidad estratégica y recursos económicos para lograr el financiamiento deseado.
- El desarrollo científico está monopolizado y altamente condicionado por el gobierno, ya que la mayoría de los centros de investigación son propiedad del Es-

² Entrevistas personales realizadas por Milton Jorge International, noviembre 2008 - mayo 2009.

tado y carecen de modelos de incubación que incentiven la colaboración con la industria privada.

- La ley del trabajo limita considerablemente la asociación comercial entre científicos y empresariado mexicano, limitando la difusión, promoción e inversión privada en proyectos científicos.
- La falta de una iniciativa nacional sobre nanotecnología limita la alineación entre la comunidad científica, política y empresarial en México.
- Aunque ya son varios los grupos de nano tecnólogos, la red de nano laboratorios sigue fragmentada.
- La alta desarticulación de las instituciones de ciencia con el empresariado mexicano se refleja en el número de productos o soluciones con muy baja viabilidad comercial. En muchos de los casos, no hay una estructura de investigación de mercado que soporte los esfuerzos de científicos e investigadores en la definición estratégica de precios, licenciamientos, canales de distribución, alianzas estratégicas, compensaciones y retornos de inversión.
- Finalmente, el desconocimiento de los inversionistas acerca del impacto de la nanotecnología en el mercado es enorme. Existe una nebulosa visión mexicana empresarial sobre el impacto de la nanotecnología en sus industrias y la oportunidad de negocio asociada.

PARA NUEVOS PROBLEMAS, NUEVAS SOLUCIONES, HERRAMIENTAS Y MODELOS DE COLABORACIÓN

En general, los nueve factores arriba señalados son altamente dependientes de variables económicas, políticas, organizacionales y de la educación.³ La identificación de soluciones a estos problemas ya ha sido expuesta por la Secretaría de Economía, la cual recomienda 12 soluciones estructurales para mejorar el desarrollo de la nanotecnología en México:

- 1) Definición de un programa o iniciativa nacional de nanotecnología.
- 2) Incrementar la colaboración entre los diferentes grupos de investigación.
- 3) Incrementar el presupuesto asignado a la investigación nanocientífica.
- 4) Implementación de un modelo de transferencia de conocimiento a la sociedad.
- 5) Incrementar el interés de la sociedad por la ciencia.
- 6) Disminuir la dependencia de tecnología extranjera.
- 7) Incrementar el poder de inversión de la MYPIMES para nuevas tecnologías.
- 8) Incrementar la cultura empresarial sobre inversiones de riesgo.
- 9) Incrementar la confianza empresarial hacia desarrollos mexicanos.
- 10) Incrementar la adquisición de equipo científico de vanguardia y de plantas piloto.

³ Por ejemplo, las estructuras limitadas de las cámaras de comercio pueden llegar a desacelerar proyectos de gran potencial económico. Otras variables se refieren al bajo conocimiento del empresario para comercializar nuevas tecnologías; la lentitud de los programas en las universidades incapaces de incorporar nuevas materias que reflejen las oportunidades del mercado; factores culturales como la alta aversión al riesgo en la cultura empresarial mexicana y bajos incentivos al riesgo por experimentar. Todos éstos son factores que limitan la comercialización de nuevas tecnologías en nuestro país.

- 11) Incrementar el conocimiento de los programas y apoyos gubernamentales orientados a la investigación y el desarrollo.
- 12) Eliminación de tramitología y burocracia pesada.

Aunque las oportunidades están identificadas, es indispensable que se trabajen a través de la colaboración y cooperación de grupos multidisciplinarios, logrando, entre otros retos la alineación con organizaciones gubernamentales como la Secretaría de Economía, que por el momento presenta una peligrosa desarticulación con la nanotecnología mexicana.

Por ejemplo, Milton Jorge International, firma de consultoría enfocada a la aceleración de la adopción de soluciones nanomoleculares, propone la interrelación interdisciplinaria de tres grupos de profesionales con habilidades diferentes pero complementarias.

Un primer grupo multidisciplinario compuesto por científicos, tales como biomédicos, ingenieros, biólogos y físicos, enfocados a la investigación, desarrollo y nanoproductión. El segundo grupo multidisciplinario enfocado a la comercialización y mercadeo capaz de asegurar estrategias de mercado ganadoras, gestión de fondeo público y privado, así como representación legal que aseguren la propiedad intelectual y licenciamiento para los intereses de los inversionistas, investigadores y desarrolladores de negocio. Finalmente, el tercer grupo multidisciplinario debe incorporar legisladores, filósofos, economistas, sociólogos y ambientalistas, cuya colaboración asegure la legalidad, ética y beneficio social de los nuevos nanoproductos a comercializar.

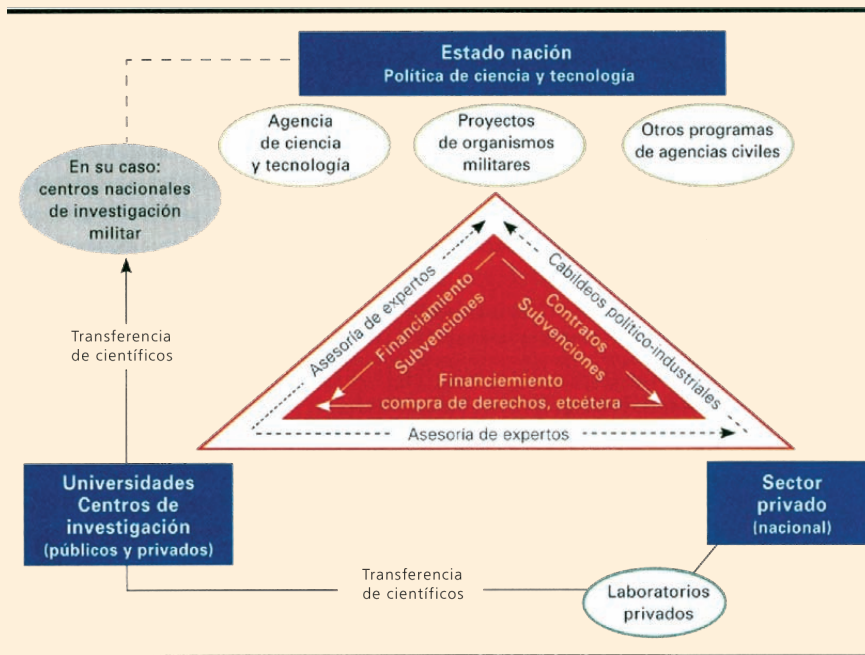
LA COOPERACIÓN E INTEGRACIÓN DE EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS ALREDEDOR DE LA NANOTECNOLOGÍA ES INDISPENSABLE

Peter Senge, director del Centro de Aprendizaje del MIT, menciona en su libro *The necessary revolution* (Senge *et al.*, 2008), la importancia de la colaboración como un elemento indispensable para superar los retos futuros de nuestras comunidades. Similar, pero desde otra perspectiva, Ken Wilber (2000), neofilósofo integralista, sugiere la integración entre múltiples sistemas sociales y económicos incorporando nuevas visiones de nuestra relación con el universo. El mismo Dalai Lama (2005) sugiere, desde una plataforma filosófica diferente, un nuevo modelo de negocio cuya base sea la cooperación y no la competencia. Estas tres posturas convergen en la cooperación integral como un modelo de negocio capaz de resolver los grandes problemas económicos y sociales de nuestra sociedad actual.

Al igual que Senge, Wilber y el Dalai Lama proponen que la nanotecnología requiere de un esquema organizacional de cooperación multidisciplinaria, el modelo de vinculación de “red industrial” diseñado por Delgado Ramos (2007), enfatiza en la cooperación inter/multidisciplinaria a través de la *macro interrelación* entre universidades (públicas y privadas) con el gobierno y el sector privado. El modelo subraya la transferencia de conocimiento a las entidades gubernamentales e instituciones privadas, asistido por un grupo de asesores expertos en materias como financiamiento, licenciamiento y cabildaje político e industrial.

Un ejemplo de la aplicación de este modelo de vinculación es el laboratorio de nanosalud (Nanohealth) localizado en Wales, Reino Unido. Este centro de investigación

PRINCIPALES VÍNCULOS DE LA RED INDUSTRIAL



Fuente: Delgado Ramos, Gian Carlo (2007).

y nanomedicina aplicada, proveerá a la región y al resto del país con la infraestructura adecuada para facilitar el nivel de inversión privada para desarrollar nuevas tecnologías en el área de nanomedicina. El total de la inversión y fondeo fue de 21.6 millones de euros; 10 millones por el ministerio de economía de Wales, 7.6 de la universidad de Swansea y 2.5 millones por parte de la industria privada. El centro estará asistiendo aproximadamente a 400 compañías, de las cuales más de 300 son consideradas pequeñas y medianas empresas. Leuen Wyn Jones, primer ministro de Wales, justifica la inversión pues se espera que cree más de 450 empleos en los próximos 5 años y ayude a las compañías británicas a ser más competitivas, productivas y eficientes a través del surgimiento de nuevos productos y procesos⁴.

En el mismo segmento pero en México, el Dr. Nikola Batina, director del Laboratorio de Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la Universidad Autónoma Metropolitana, campus Iztapalapa, está trabajando junto con su equipo, en cuatro proyectos de nanomedicina de gran impacto social. Estas líneas de investigación están orientadas a mejorar el diagnóstico y tratamiento del cáncer de mama y cervicouterino, así como arteriosclerosis y cálculo renal.⁵

⁴ www.medicalnewstoday.com/articles/139042.php.

⁵ www.nikolabatina.com.

CONCLUSIONES

La nanotecnología está generando conocimiento de los fenómenos de la materia, permitiendo crear nuevos materiales para desarrollar estructuras, dispositivos y sistemas con propiedades y funciones nunca antes imaginadas. Los países desarrollados están utilizando, invirtiendo, investigando y desarrollando las nanotecnologías con el fin de solucionar algunos de los problemas más importantes de sus sociedades.⁶

Por otro lado, la nanotecnología está siendo percibida como la herramienta tecnológica que permitirá mejorar y asegurar competitividad a través de innovación en productos. Sin embargo, existen retos importantes alrededor de la propiedad intelectual, patentes y comercialización de los nanoproductos en México.

Asimismo, el empresario requiere entender el mercado potencial de la nanotecnología, así como su dinámica y condiciones alrededor de su comercialización. Es primordial empapar a los empresarios mexicanos y por tanto a científicos, tecnólogos e ingenieros, alrededor de temas regulatorios y registros, de política fiscal, de valor y viabilidad de mercado, de licenciamientos y demás regulaciones, financiamiento, alianzas estratégicas y estrategias de comercialización. Adicionalmente, es imperativo construir redes de profesionales que aseguren la propiedad intelectual y derechos de comercialización de nanoproductos, así como investigadores que ayuden a dimensionar el impacto que puede tener el uso de esta tecnología en nuestra sociedad.

Una solución es la cooperación e integración de equipos multi/interdisciplinarios enfocados a asegurar la visión de científicos e inversión de los empresarios en proyectos de innovación competitiva basados en nanotecnología. Lograr la articulación de la nanociencia y nanotecnología con la industria mexicana representará en los próximos años la plataforma necesaria para la diferenciación y competitividad de los productos mexicanos en el mercado global del siglo XXI.

ACERCA DE MILTON JORGE INTERNATIONAL⁷

Milton Jorge International es una firma-boutique de consultoría en inteligencia y estrategia de mercado, enfocada en acelerar la adopción de soluciones nanomoleculares para la industria de la salud, energía y agro en México y América Latina. Ayudamos a la industria de la salud, energía y alimentos, en su proceso de integración con fabricantes, distribuidores, inversionistas y organizaciones públicas y privadas en la identificación de proyectos nanotecnológicos de alto impacto socioeconómico, así como en el diseño de estrategias que permitan la adopción e implementación de soluciones nanomoleculares de manera rentable y socialmente responsable.

Actualmente, Milton Jorge International colabora con IVAM (Alemania) y el Institute of Nanotechnology (Reino Unido), ambas organizaciones internacionales de educación, entrenamiento y estrategia de mercados, enfocadas a acelerar la adopción de soluciones micro y nanotecnológicas en las diferentes industrias productivas a nivel mundial.

⁶ Se puede mencionar el caso de nanocatalizadores para la generación de hidrógeno, nanomagnetos para remover contaminantes de la tierra, nanomembranas para purificación y desalinización del agua, nanosensores para diagnóstico de enfermedades, nanocápsulas liberadoras de drogas terapéuticas y nanoestructuras moleculares para robustecer asfalto y concreto, entre otros ejemplos.

⁷ Para mayor información: mj@miltonjorge.com.
www.miltonjorge.com.

BIBLIOGRAFÍA

- Dalai Lama. (2005). *The universe in a single atom: The convergence of science and spirituality*. Broadway Books, EUA.
- Delgado, Ramos Gian Carlo. (2007). "El paradigma económico de la nanotecnología", *Comercio Exterior*, vol. 57, núm. 7. México, julio.
- _____. (2008). *Guerra por lo Invisible. Negocio, implicaciones y riesgos de la nanotecnología*. CEIICH-UNAM, México.
- SE-CIMAV. (2008). *Diagnóstico y prospectiva de La nanotecnología en México*, Secretaría de Economía, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. (Cimav), México, febrero.
- Senge, Peter *et al.* (2008). *The necessary revolution: How individuals and organizations are working together to create a sustainable world*. Random House. EUA,
- Werner, Marx, y Barth Andreas. (2008). "Carbon nanotubes – A scientometric study". *JournalPhysical Status Solodi B*; 8 de septiembre *phys.stat.sol.* (b) 245, núm. 10(2008): 2349.
- Wilber, Ken. (2000). *A brief history of everything*. Shambala. Boston, EUA.