Nanotecnologías en América Latina, Asia-Pacífico y África

Edgar Záyago Lau*

RELANS ha colaborado desde un inicio con sindicatos y organizaciones no gubernamentales en la difusión de las nanotecnologías. Este artículo muestra un aspecto de esta tarea: la colaboración con IPEN, una red mundial de organizaciones sociales que tienen por objetivo la eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes. El fruto de dicha colaboración fue la elaboración, en asociación con instituciones regionales, de tres folletos de divulgación sobre el desarrollo e implicaciones sociales y ambientales de las nanotecnologías en América Latina, África y Asia-Pacífico, respectivamente.

LAS NANOTECNOLOGÍAS (NT) son promovidas como soluciones en la búsqueda de la competitividad vía la innovación tecnológica. La gran mayoría de países han destinado fondos públicos para impulsarlas y han creado grupos de investigación especializados en el tema. Productos con nanopartículas ya están en el mercado, manufacturados por empresas de los propios países o importados. No hay sector econó-

INTRODUCCIÓN

mico que no haya sido tocado por estas tecnologías revolucionarias. El dar seguimiento exhaustivo a la trayectoria de desarrollo de estas tecnologías es una empresa titánica y difícil de completar. En este artículo, sin embargo, intentamos dar un repaso a los principales avances en distintas regiones del globo.

PANORAMA DEL DESARROLLO DE LAS NT

Las NT representan una revolución tecnológica con alcances impensados para la raza humana. Ya sea en medicina, energía, agricultura, manufactura o informática, el aporte revolucionario de estas tecnologías

* Docente-investigador de la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Secretario técnico de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad. Correo: zayagolau@gmail.com.

es innegable. Laboratorios microscópicos para monitorear la salud, microcápsulas capaces de explotar dentro del estómago de insectos, textiles capaces de liberar vitaminas en la piel y nuevos materiales que mejoran la absorción de energía solar son algunas posibles aplicaciones gracias a estas tecnologías. De acuerdo con la Fundación Nacional para la Ciencia (National Science Foundation –NSF–), el financiamiento global se ha incrementado entre 40 y 45 por ciento en los últimos tres años. Lo mismo ha sucedido con las ganancias que generan los nanoproductos, ya que éstas pasaron de 339 mil millones de dólares en 2010 a 731 mil millones de dólares en 2012 y a más de un 1 millón de millones de dólares en 2013.¹

Las investigaciones con NT comenzaron, a nivel mundial, en los años ochenta y noventa, aunque en aquel entonces no se utilizaba el término nanotecnología, sino partículas ultrafinas. Hoy en día, Estados Unidos, Alemania, Japón, Reino Unido y China van a la vanguardia de la investigación y producción, pero todos los países desarrollados, y una buena cantidad de países en vías de desarrollo, también investigan y comienzan a producir con estas tecnologías. La promesa de la superioridad industrial mueve a los países a integrarse a la onda nanotecnológica. Esto se observa claramente en el incremento de productos en los circuitos de comercio global.

La presencia de productos abarca varios sectores a nivel mundial, y existen diversos inventarios o bases de datos que siguen su avance. Uno de los inventarios más completos es el que organiza el Woodrow Wilson International Center for Scholars, en Washington D.C., Estados Unidos, dentro del Proyecto en Tecnologías Emergentes (Project on Emerging Technologies –PEN–). El inventario registra productos que contienen nanomateriales o utilizan nanotecnología en su operación. Sin embargo, este inventario no considera los nanomateriales, es decir, óxidos metálicos, compuestos químicos, polímeros, nanotubos de carbono y otras nanomaterias primas. Aún así, el inventario permite tener un panorama del avance de estas tecnologías en el mercado global. En 2005, el inventario ubicó 54 registros, pero en tan sólo tres años (2008) se registraron 803, y en 2013, existieron 1623.²

Estados Unidos fue el primer país en lanzar una iniciativa nacional de nanotecnología en 2000, lo cual incentiva el desarrollo en el resto del mundo. Además, instituciones internacionales como el Banco Mundial (BM), la Organización para la Coopera-

ción y el Desarrollo Económicos (OCDE), la Organización de Estados Americanos (OEA) y ciertas dependencias de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han influido en el desarrollo de estas tecnologías. Vale reconocer, sin embargo, la existencia de variaciones entre regiones y países que resultan de realidades sociales heterogéneas.

Entre 2012 y 2013, la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (RELANS), en colaboración con International POPs Elimination Network (IPEN), editaron una serie de folletos sobre las implicaciones sociales y ambientales de las NT en diferentes regiones y países. A continuación, haremos una síntesis de tales folletos y pasaremos revista a lo más sobresaliente en América Latina y el Caribe, Asia-Pacífico y África. Todos los folletos pueden ser bajados de la página web de RELANS.

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE³

El folleto sobre América Latina y el Caribe fue resultado de una colaboración entre RELANS e IPEN, y publicado en 2012 en español. Una traducción al inglés fue realizada gracias a un proyecto de investigación con el Centro de Nanotecnología y Sociedad de la Universidad de California en Santa Bárbara. La traducción al portugués fue resultado de una colaboración con la Secretaría Regional Latinoamericana de la Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agricultura y Afines (Rel-UITA).

El desarrollo de las NT en América Latina se ha dado en países con ventajas en infraestructura y financiamiento, como Brasil, México y Argentina, pero también en países de menor tamaño como Uruguay,

República Dominicana, Costa Rica, Cuba y en países de tamaño medio, como Perú, Colombia, Venezuela o Chile. Hay dos características distintivas que envuelven el desarrollo de las NT en estos países: el tratamiento de la CYT como un bien comerciable y las políticas en investigación y desarrollo (I+D) como estrategia económica.⁴ En términos de infraestructura, investigación, financiamiento, publicaciones, patentes y empresas, Brasil lidera la región, seguido de México y más lejanamente de Argentina.⁵

Con el objetivo de facilitar la difusión del conocimiento y transferir avances, además de superar las limitaciones en infraestructura y recursos, se han creado varios convenios multilaterales y bilaterales. En 2005, por ejemplo, se abrió el Centro Brasileño-Argentino de Nanotecnología. Posteriormente se crearon varios centros bilaterales como el Centro Virtual Brasil-México de Nanotecnología, las escuelas Chile-Brasil de Nanotecnología o el Centro Virtual México-Argentina de Nanotecnología.

Brasil acredita su liderazgo en infraestructura nanotecnológica con el único laboratorio de luz sincrotrón de América Latina localizado en Campinas, Sao Paulo, en funcionamiento desde 1997. La luz sincrotrón, producida por la conversión en luz de partículas artificialmente aceleradas, permite explorar la estructura de la materia. Brasil es el único país en América Latina que inició actividades para impulsar las NT a la par de Estados Unidos, a finales de 2000. Pero fue en 2004 cuando su apoyo adquirió mayor vigor, ya que fueron incorporadas al Plan Plurianual 2004-2007 de Ciencia y Tecnología y un año más tarde se lanzó el Programa Nacional de Nanotecnología. Estas acciones hicieron posible el establecimiento de 10 redes de investigación. Se estima, además, que existen cerca de 50 universidades y 1,200 investigadores trabajando en diversas áreas nanotecnológicas, así como 180 empresas que realizan investigación o aplican nanotecnología en sus productos.⁶

El Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 en México, que fue parte del Plan Nacional de Desarrollo, mencionó por primera vez a las NT como áreas tecnológicas estratégicas. Esto se ha reiterado en los Programas Especiales de Ciencia y Tecnología e Innovación (PECITIS) de los dos sexenios siguientes. Actualmente, se calcula que hay más de 110 empresas y cerca de 600 investigadores trabajando en áreas relacionadas con NT.⁷ El proyecto bandera del gobierno mexicano se ubica en Nuevo León, en el clúster de nanotecnología del Parque

de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT). En este parque se agrupa el grueso de las empresas que trabajan en esta área. También se apoya, desde 2009, una red nacional que agrupa investigadores de distintas universidades y laboratorios. Pese a estos desarrollos, México no cuenta con una iniciativa nacional o política pública explícita en materia de nanotecnología.

Argentina, por su parte, ha mantenido a las NT como áreas prioritarias de I+D desde 2003. Una fundación especializada fue creada en 2005 para viabilizar la estrategia a largo plazo y se lanzó una iniciativa nacional. Hay 200 investigadores, 25 empresas y a partir de 2010 una línea de financiamiento directa para las NT.

Colombia, Chile, Venezuela y Perú son otro grupo de países con programas de financiamiento o iniciativas específicas. Colombia colocó a las NT como una de las ocho áreas de desarrollo de CYT, y mantiene 19 grupos de investigación en 10 universidades y una red de investigación temática. Chile, por su parte, tiene cuatro grupos de investigación en distintas universidades y centros. En Venezuela, el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2030 resaltó la importancia de desarrollar NT y creó la Red Venezolana de Nanotecnología. Perú tiene esquemas similares: las NT son áreas estratégicas en su plan nacional de CYT y hay cuatro universidades con grupos de investigación en el tema. Pese a su tamaño y recursos, países como Cuba, Uruguay, Costa Rica, Ecuador, Guatemala y El Salvador también se han hecho presentes en la I+D de las NT. Cuba sobresale en el área biomédica por sus antecedentes históricos, pero ahora potenciada con las NT.

ASIA-PACÍFICO⁸

El folleto sobre Asia-Pacífico fue resultado de una colaboración entre IPEN, National Toxics Network de Australia (NTN) y RELANS, y fue publicado en 2013 en inglés.

La región de Asia-Pacífico abarca un área geográfica muy amplia, la cual representa 60 por ciento de la población mundial. La mayoría de países mantienen sistemas económicos capitalistas, con diversos niveles de madurez y desarrollo, mientras que otro tanto tiene economías rezagadas. El nivel de industrialización, en la mayoría de los casos, determina la forma en que se apoya a las NT. Existen varias redes regionales, pero sobresale el Foro Asia-

Nano (ANF) que incluye a China, Japón, Hong Kong, Nueva Zelanda, Irán, India, Indonesia, Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Malasia, Singapur, Taiwán, Tailandia y Vietnam.

En un primer nivel está China, Japón, Corea del Sur e India. China sobresale en el desarrollo IyD de las NT y compite con Estados Unidos por el liderazgo mundial. Hay cerca de 70 universidades y centros, y más de mil empresas trabajando en todas las áreas de las NT. La proyección de China en el tema es importante, lo cual se ilustra en varios simposios, congresos y eventos académicos de corte global que se organizan cada año. El país es líder, junto a Estados Unidos, en publicaciones de nanociencia y nanotecnología y ha creado una plataforma de comercialización y manufactura en parques industriales como Tianjin Nanotech Industrialization (2000), NERCN (2003) y Nanopolis Suzhou (2010).

Japón es uno de los primeros países con interés en avanzar las NT, con antecedentes desde 1980. El Ministerio de Educación, Cultura, Deportes Ciencia y Tecnología (MEXT) es el encargado de promoción de estas tecnologías. Sobresale, sin embargo, que tres ministerios participan en la regulación de nanomateriales: el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI), el Ministerio de Medio Ambiente (MOE) y el de Salud, Trabajo y Bienestar (MHLW). Esto pone de manifiesto cierta preocupación por los impactos a la salud y el medio ambiente que algunos nanomateriales puedan tener. Complementariamente, varias compañías trasnacionales mantienen infraestructura de IyD como Hitachi, Nec, Sony, Fujii, Casio, etcétera; además de tener centros de IyD nano en otros países, incluyendo América Latina.

Corea del Sur es otro de los grandes jugadores de esta región. En 2009 se calculaban 5,400 nanotecnólogos y se proyecta que para 2020 habrá 35,000. Desde 2001 se implementaron planes de desarrollo para las NT y, similar a Japón, compañías trasnacionales mantienen laboratorios de IyD, como Samsung, Daewoo, LG y otras, dentro y fuera de Corea del Sur.

India sobresale por el tamaño de su mercado interno que viabiliza un consumo de productos nano. Es otro país importante en el avance de estas tecnologías; existen al menos 170 vínculos institucionales con este objetivo. Asimismo, mantiene una plataforma (Nano Mission), dependiente del Departamento de Ciencia y Tecnología (DST), encargada de financiar y dirigir los proyectos de IyD.

En otro nivel encontramos a regiones con circunstancias políticas específicas como Taiwán (República de China y Estado soberano parcialmente reconocido) y Hong Kong (región especial de la República Popular de China), y a países como Australia. Taiwán ha integrado la IyD de NT a sus cadenas productivas de telecomunicaciones, electrónicos e informática. Ha contado con planes bien definidos desde 2002, que se renuevan cada cinco años. El caso de Hong Kong es diferente, ya que tiene mayor vínculo político y económico con China, lo cual influye en sus estrategias de NT. Prácticamente sus actividades reflejan las prioridades de China. Australia parte del principio de crear recursos humanos especializados desde las licenciaturas y, presumiblemente, hay 50 compañías trabajando con estas tecnologías.

Irán, Indonesia, Emiratos Árabes Unidos, Malasia, Nueva Zelanda, Tailandia, Singapur y Vietnam también han llevado a cabo acciones similares en materia de NT, pero con recursos más limitados.

ÁFRICA⁹

El folleto sobre África fue resultado de una colaboración entre RELANS, IPEN y Council for Scientific and Industrial Research de Sudáfrica (CSIR), y publicado en 2012 en inglés. Una traducción al francés fue realizada por IPEN.

La CyT en el continente africano está enmarcada en un contexto de extrema pobreza, desigualdad, fuga de cerebros y extracción masiva de materias primas. No obstante, la plataforma educativa y de CyT se mueve acorde con los modelos estadounidenses y europeos. Mucho tiene que ver el papel de organismos internacionales y agencias de desarrollo como el Banco Mundial, Fulbright, Rockefeller, Fundación Gates, Carnegie y Ford; además de asistencia directa de países como Países Bajos, Canadá, Suecia, Noruega, Reino Unido y otros. Las NT también entran en este esquema y la orientación hacia la competitividad económica permanece como objetivo cardinal.

Sudáfrica, no obstante, tiene una plataforma nanotecnológica con orientación social, lo que marca diferencia con todas las demás iniciativas. El país lanzó su iniciativa nacional en 2002 y en 2006 la iniciativa se reformó para avanzar objetivos de apli-

cación industrial y desarrollo humano. El clúster social promueve aplicaciones en áreas de salud, agua y energía; mientras que el clúster industrial apoya aplicaciones en la industria química, los bioprocesos, la industria minera y la manufactura de materiales avanzados.

A partir de estos lineamientos se crearon dos centros públicos nacionales de innovación: el Centro Nacional de Innovación en Materiales Nanoestructurados (NCNSM) y Mintek. En el NCNSM hay tres líneas de I+D con estrategias específicas. La primera se vincula con el desarrollo de nanomateriales para el sector industrial, polímeros y nanocatalizadores para manufacturas y la aplicación de partículas nanoestructuradas. La segunda plataforma se enfoca a investigar aplicaciones en la salud, la seguridad y la remediación ambiental. La tercera se orienta a aplicaciones en salud y enfermedades derivadas de pobreza extrema como la tuberculosis, la malaria y el VIH/Sida. Mintek, por su parte, investiga aplicaciones nanotecnológicas para diagnóstico de enfermedades, nuevas terapias y entrega de fármacos, nanomateriales para aplicaciones ortopédicas y monitoreo de aguas y remediación. Sudáfrica también ha signed varios acuerdos de cooperación con Rusia, Argelia, Japón, India y Brasil. Sobresale un acuerdo trilateral con India y Brasil (IBSA) con el objetivo de aplicar herramientas nanotecnológicas en las áreas agrícolas, energéticas, de salud y agua.

Existen otras iniciativas en países del continente. Nigeria, desde 2006, creó un centro para usar aplicaciones de NT en la remediación ambiental en el marco de su iniciativa nacional. Mantiene, además, un programa de cooperación en el área con el Instituto de las Naciones Unidas para la Formación y la Investigación (UNITAR). Similar a Nigeria, Túnez, a través de la Asociación Tunecina de Nanotecnología para el Ambiente, investiga aplicaciones para el medio ambiente. Por su parte, el Departamento de las Naciones Unidas de Asuntos Económicos y Sociales (UN-DESA) está encargado de proveer asistencia a Ghana y Senegal para construir parques industriales especializados en tecnologías emergentes. Al mismo tiempo, brinda servicios de consultoría a Egipto, Kenia y Etiopía, los cuales ya cuentan con este tipo de infraestructura. Marruecos también ha inaugurado parques industriales con secciones especializadas en NT, pero de manera independiente.

Empresas internacionales y agencias de desarrollo se encuentran presentes en estos países con el

objetivo de apoyar sus iniciativas incipientes en NT. Así es como Zimbabwe, Camerún y Argelia las desarrollan. En el grueso de los países africanos el encadenamiento productivo todavía está en ciernes; por ello, el número de empresas es bastante limitado.

CONCLUSIONES

El desarrollo de las NT trastoca todos los rincones del planeta. La premisa de la industrialización y la competitividad mueve el interés hacia estas tecnologías. Es así como países ricos y pobres impulsan el control de la materia con fines comerciales. En este esquema sobresalen países como China, Japón, Corea del Sur, Brasil y México, detrás del líder Estados Unidos. La orientación del desarrollo de las NT es hacia la competitividad. La inversión, los recursos humanos y el esfuerzo político requerido ponen presión para que las NT puedan generar aumento en las ganancias de las empresas privadas. Esto levanta dudas sobre si el poder tecnológico de las NT puede dar respuesta a las necesidades sociales de algunos de estos países. El avance de las NT pareciera ir mucho más rápido que los estudios sobre riesgos y el análisis de las implicaciones sociales y ambientales. Tanto gobierno como sector privado han ignorado esta parte del desarrollo de las NT. En algunos países se escuchan voces de organizaciones no gubernamentales, sindicatos y agrupaciones de consumidores que han empezado a criticar la configuración nano-competitividad. ¿Aún estamos a tiempo para reflexionar sobre los impactos sociales y ambientales de estas tecnologías? El tiempo lo dirá.

— • notas • —

¹National Science Foundation (NSF) (2014), “Market Report on Emerging Nanotechnology now Available”. http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=130586

²Project on Emerging Nanotechnologies (2014), “Consumer Products Inventory”. <http://www.nanotechproject.org/cpi>

³Esta sección se basa en G. Foladori, N. Invernizzi y F. Bejarano (2012), *Social and Environmental Implications of Nanotechnology Development in Latin America and the Caribbean*. RELANS/IPEN/CNS-UCSB.

⁴Guillermo Foladori, Santiago Figueroa, Edgar Záyago Lau y Noela Invernizzi (2012), “Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina”, *Sociologías*, 14 (30), 330-363.

⁵G. Foladori y N. Invernizzi (2013), “Inequality Gaps in Nanotechnology Development in Latin America”, *J. Arts Humanities*, 2(3), 36-45.

⁶Guillermo Foladori, Noela Invernizzi y Edgar Záyago Lau (eds.) (2012), *Perspectivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina*, México, Miguel Ángel Porrúa.

⁷Foladori, Figueroa, Záyago e Invernizzi, *op cit.*

⁸Esta sección se basa en R. Senjen, G. Foladori y D. Azoulay (2013), *Social and Environmental Implications of Nanotechnology Development in the Asia Pacific Region*, NTN/RELANS/IPEN.

⁹Esta sección se basa en N. Musee, G. Foladori y D. Azoulay (2012), *Social and Environmental Implications of Nanotechnology Development in Africa*, IPEN/RELANS/CSIR.

— • —