

Resumen

Las nanotecnologías (NTs) ocupan un lugar esencial en los presupuestos de la mayoría de los gobiernos alrededor del mundo, alcanzando cifras sin precedentes para su investigación y desarrollo (I+D). La tendencia global es estructurar planes de desarrollo que vinculen a centros de investigación, laboratorios especializados y universidades con el sector empresarial. En nuestro país, sin embargo, el encadenamiento productivo de estas tecnologías se encuentra en ciernes. Cabe preguntarse entonces por las estrategias de la I+D y, en todo caso, los vínculos que logra con los centros de investigación, laboratorios y universidades, por un lado, y con el sector empresarial, por otro.

Esta investigación se centra en la I+D de las NTs frente a los retos ambientales en nuestro país, especialmente en agua y energía, tanto en el ámbito público como en el privado.

Palabras clave

Impactos ambientales, nanotecnologías, desarrollo sustentable, generación de energía, tratamiento de agua.

Objetivo general

El objetivo general de la estancia posdoctoral consistirá en analizar el papel que han adquirido las NTs en el desarrollo de tecnología ambiental en México, sobre todo en la generación alternativa de energía y al tratamiento del agua.

Objetivos específicos

- ✓ Analizar el contexto en el que se desarrolla la I+D de las NTs en el área de la generación de energía y el tratamiento de agua; tanto en laboratorios, centros de investigación y educación públicos, así como en las iniciativas privadas.
- ✓ Generar un listado de empresas mexicanas enfocadas a la I+D de las NTs con enfoque en el desarrollo sustentable; caracterizar, asimismo,

aquellas áreas de interés específicas en el que la I+D se despliegan sobre el uso de NTs tanto en la energía alternativa como en el tratamiento de agua.

- ✓ Elaborar un mapeo de las principales áreas de orientación de los laboratorios, centros de investigación y universidades que realicen I+D nanotecnológicas referidas al desarrollo sustentable, así como de aquellas empresas e industrias que las hayan introducido en sus cadenas productivas.
- ✓ Analizar el nexo que existe entre mercado-centros de investigación-sociedad alrededor de las NTS en México y su aplicación en tecnología ambiental.

Avances y antecedentes

Las NTs encabezan la más reciente revolución industrial del hombre y representa, sin duda, un cambio tecnológico global que transformará la manera en la que la ciencia y la tecnología impactan en la vida del ser humano (Acharya *et al.*, 2011).

Desde sus inicios, las NTs abrieron un panorama socioeconómico y tecnológico con nuevas y diversas aplicaciones (Dayrit y Enriquez, 2002; Roco y Bainbridge, 2003). Pese a que se ha venido hablando de las NTs desde la década de los años sesenta (Drexler, 1986), lo cierto es que en este siglo su rápido desarrollo ha ido acompañado de inversiones sin precedentes por parte de los gobiernos y de la iniciativa privada, al grado que se estima que en 2010 el mercado de las NTs se aproximó a los 339 mil mdd, y que en 2012 rebasó los 732 mil mdd (Lux Research, 2014)¹.

¹ Según datos del Informe Anual de Competitividad Global del Foro Económico Mundial, en los últimos 11 años los gobiernos de todo el mundo han invertido más de 67,500 mdd, la cual es una cifra sin precedentes en I+D, según este organismo. Más aún: cuando se tienen en cuenta la investigación empresarial y otras formas de financiación privada, casi un cuarto de billón de dólares se habrá invertido para 2015 en este campo. Véase Véase <http://avances-nanotecnologia.euroresidentes.com/2011/07/inversion-global-en-nanotecnologia-por.html>

Las posibles aplicaciones que este nuevo conocimiento prometió desde sus inicios, le colocaron en la mira de las grandes firmas industriales quienes percibieron de inmediato los beneficios que les acarrearía su implementación en sus diferentes fases de producción (Baker y Aston, 2005).

Desde, por ejemplo, la creación de nuevos materiales hasta la integración de materia biótica y abiótica, las NTs abrieron un mundo de posibilidades que se vio pronto alcanzado por un escepticismo proveniente de sectores académicos y algunos organismos de la sociedad civil (RS & RAE, 2004; Cheang, 2006; Foladori, 2006; Delgado, 2006 y 2007; Bowman y Hodge, 2007; Barrere, 2008; García, 2013).

Así, las desigualdades en el acceso a los beneficios de la tecnología en general y de las NTs en particular (ETC Group, 2004; RS y RAE, 2004); la diferencia en los montos de inversión entre las naciones así como la nueva división de trabajo global que acarrearían (Juma y Yee-Cheong, 2005); los impactos de los nuevos productos a nivel medioambiental y en la salud humana (Delgado, 2009; Zayago y Foladori, 2010; McGrail, 2010); entre otros tópicos, fueron pronto temas de debate que se desarrollaron al mismo tiempo que las NTs avanzaban.

Y es precisamente en las promesas que las NTs generaron con respecto al cuidado y la protección del medio ambiente que este trabajo de investigación se enfoca.

La pregunta central que lo guía es: ¿qué tanto han impactado las NTs en el desarrollo sustentable en México? Específicamente, me interesa analizarlo desde el desarrollo de tecnología ambiental para generar fuentes alternas de energía, así como en el tratamiento del agua.

El análisis abarcará el desarrollo de I+D en laboratorios, centros de investigación e instituciones educativas, pero también en los aportes desde la esfera privada.

Mi interés por estos dos rubros (generación y ahorro energético, por un lado, y tratamiento de agua, por otro) es consecuencia del discurso oficial, el cual ha puesto mayor atención a estas áreas en su promoción del desarrollo

sustentable. Habrá que investigar hasta qué punto las NTs se han insertado en los programas que incluyen estas dos áreas.

Justificación

Partiré de un par de estudios.

El primero de ellos es "Empresas nanotecnológicas en México: hacia un primer inventario" (Zayago *et al*, 2013), en donde se expone un inventario de compañías mexicanas que venden productos que son manufacturados a partir de NTs, o que las utilizan en su funcionamiento. Este estudio, como los mismos autores lo plantean en sus objetivos, es sólo un primer acercamiento para el análisis de los vínculos productivos de las NTs en México. Los resultados que arroje mi investigación en la estancia posdoctoral buscan continuar esta línea de investigación, pero enfocándolo a un área específica de la rama industrial: aquél que refiere a la tecnología ambiental.

A su vez, realizaré un mapeo para identificar zonas de concentración de esta actividad y relacionarlo con el entorno socioambiental que poseen.

Posteriormente, me interesa continuar en la línea argumentativa del artículo "Twelve years of nanoscience and nanotechnology publications in Mexico" (Zayago, Frederick y Foladori, 2013), en donde los autores hacen un análisis de las áreas de interés en los estudios nanotecnológicos en México siguiendo las publicaciones hechas desde los principales centros educativos y de investigación nacionales. Es de mi interés profundizar en este estudio para indagar en aquellas investigaciones alrededor del impacto de las NTs en el desarrollo de tecnología ambiental y sustentabilidad, enfocándome en el asunto energético y de agua.

Es por ello que solicité ya al Dr. Edgar Zayago Lau funja como tutor durante mi estancia posdoctoral en la Unidad de Estudios del Desarrollo (UAEDD) de la Universidad de Zacatecas. Las líneas de investigación que el Doctor Zayago posee empatan con los intereses de mi investigación.

Me integraré, además, a la agenda de investigación de Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (Relans.org) sede Zacatecas, de la cual del Dr. Zayago es Secretario Técnico.

Esta investigación busca, por tanto, insertarse dentro de las líneas de investigación que desde hace años viene desarrollando la UED respecto al desarrollo de las NTs en el país, así como a la serie de impactos que trae consigo.

Asimismo, esta investigación busca crear un lazo entre las investigaciones que realiza el Cuerpo Académico de Nanotecnología de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, institución donde laboro, y la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad.

Solicito que la institución receptora me facilite el acceso a la red de información que posee, al material bibliohemerográfico, bases de datos y recursos tecnológicos que faciliten mi trabajo de investigación, encuentros programados con mi tutor, facilidades para la asistencia a los eventos que la UAEDD y la misma Universidad de Zacatecas realice, así como la participación en eventos de carácter académico.

Metodología

- ✓ Se realizará un análisis documental alrededor de la reflexión del contexto actual de las NT en México.
- ✓ Tomando como punto de partida la base de datos presentada en "Empresas nanotecnológicas en México: hacia un primer inventario" (Zayago *et al*, 2013), hacer un seguimiento de las empresas e industrias en nuestro país cuyo objetivo observe la sustentabilidad para, así, determinar aquellas que se enfocan tanto en la generación y ahorro energéticos como en el tratamiento del agua. Posteriormente se les caracterizará, se les enlistará y se hará un análisis del impacto en su entorno; es decir, cómo impactan sus productos en el mercado.
- ✓ Usando como punto de partida tanto la base de datos presentada en "Twelve years of nanoscience and nanotechnology publications in

Mexico" (Zayago, Frederick y Foladori, 2013) como el análisis respectivo, elaborar un estudio acerca de los centros de investigación, educativos y laboratorios especializados en nanotecnología. Se analizará el tipo de publicaciones y patentes, su impacto en el mercado e, igualmente, su influencia en el entorno.

- ✓ Contribuir con artículos de investigación que abonen a la discusión acerca de la relación que existe en México entre mercado, centros de investigación y sociedad, así como la integración de la I+D pública y las iniciativas privadas en las NTs.

Referencias

- Acharya, Amitav *et al.* (2011). Nano the revolution of 21th century. India, Krupajala Engineering College.
- Baker, Stephen y Adam Aston (2005). The business of nanotechnology. UK, Buss.
- Barrere, Rodolfo (2008). La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias. Argentina, Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología e Innovación del Centro de Altos Estudios Universitarios.
- Bowman, Diana y Graeme Hodge (2007). "A *small matter of regulation: an international review of nanotechnology regulation*", en Science and Technology Law Review, Vol. VIII. Disponible en: www.stlr.org
- Cheang, Juan Carlos (2006). Nanotecnología: ¿hacia dónde nos llevará? Ponencia presentada en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación. Ciudad de México, 19-23 de junio, 2006.
- Dayrit, Fabian y Erwin Enriquez (2002). "Nanotechnology issues for developing economies", en G. Tegart, Nanotechnology: the technology for the 21st century. Bangkok, APEC Center for Technology Foresight.
- Delgado, Gian Carlo (2006). "Sociología política de la nanotecnología en el hemisferio occidental: el caso de Estados Unidos, México, Brasil y Argentina", en Revista de Estudios Sociales, Núm. 27, Bogotá, agosto, 2006, pp. 164-181.
- (2007). "Incertidumbres de la nanotecnología: riesgos ambientales y salud", en Revista Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, Núm 6, Universidad del Valle, Colombia.

- (2009). "Nanotecnología y producción de alimentos: impactos económicos, sociales y ambientales", en Estudios Sociales, Vol. 17, No. 34, UNAM, julio-diciembre, 2009.
- Drexler, Eric (1986). Engines of creation. The coming era of nanotechnology. NY, Anchor books.
- ETC Group (2004). *Communiqué* No. 85. Disponible en: www.etcgroup.com
- Foladori, Guillermo (2006). "Nanotecnología, salud y pobreza. ¿Cuáles son las expectativas?", en *Varia Biológica. Filosofía, ciencia y tecnología*, Universidad de Zacatecas, pp. 43-63.
- García, Miguel y Guillermo Foladori (2013). "Divulgación de las implicaciones sociales y ambientales de las nanotecnologías", en *Revista Digital Universitaria*, UNAM.
- Juma, C y Yee Cheong, L. (2005). "Innovation: applying knowledge in development". *Knowledge for development*. Nueva York.
- Lux Research (2014). "Nanotechnology Update: Corporations up their spending as revenues for Nano-enabled products Increase". Lux Research, Boston, Massachusetts, EEUU. Disponible en: <https://portal.luxresearchinc.com/research/reportexcerpt/16215>
- McGrail, Stephen (2010). "Nanodreams and nightmares: emerging technoscience and the framing and (re)interpreting of the future, present and past", en *Journal of Future Studies* 14 (4), Swinburne, Australia, junio, 2010, pp. 23-48.
- Roco, Mihail y William Sims Bainbridge (2003). *Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology, informatic technology and cognitive science*. Netherlands, Kinner Academic Publishers.
- Royal Society and The Royal Academy of Engineering (RS y RAE) (2004). *Nanoscience and nanotechnology: oportunities and uncertainties*. London, Royal Society & The Royal Academic Engineering. Disponible en: www.raeng.org.uk y también en: www.royalsoc.ac.uk/policy
- Zayago, Edgar y Guillermo Foladori (2010). "La nanotecnología en México: un desarrollo incierto", en *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. X, núm. 32, pp. 143-178.
- Zayago, Edgar et al (2013). "Empresas nanotecnológicas en México: hacia un primer acercamiento", en *Revista Estudios Sociales* No. 42, Zacatecas, México, julio-septiembre, 2013, pp. 11-18.
- Zayago, Edgar, Guillermo Foladori y Stacey Frederik (2013). "Twelve years of nanoscience and nanotechnology publications in Mexico", en *Springer Science + Business Media*.