

La nanotecnología en México

Abimael Jiménez* José Antonio Muñoz**



Christian Torres

La nanotecnología es considerada una tecnología de propósito general y un motor de crecimiento para el siglo XXI.¹ Esto se puede comprobar observando el incremento de la inversión pública en Investigación y Desarrollo (I+D), y la creación de nuevas políticas en nanotecnología en diversos países industrializados: Canadá, Estados Unidos, Francia, Japón y Alemania.² En esta área se han generado diversos inventos y patentes, esto se debe a su naturaleza multipropósito y a la fusión con nuevas tecnologías. Sin embargo, también existen algunos problemas sin resolver, principalmente relacionados con su desarrollo a futuro. Por lo tanto, la nanotecnología se encuentra todavía en una etapa de desarrollo temprana y el debate de diferentes cuestiones éticas y reglamentarias será muy importante.³

El interés por esta disciplina inició con la plática de Richard Feynman en 1959, en la que mencionó “there is plenty of room at the bottom”, indicando que los científicos también deben enfocarse en el entendimiento de

los fenómenos que ocurren a escalas muy pequeñas para complementar el interés prevaleciente en la ciencia de grandes dimensiones. Existe un consenso generalizado entre los científicos de que la investigación en nanotecnología inició en la década de los años 80 y se basó en el desarrollo de innovaciones en el campo de la microscopía de barrido electrónico (STM por sus siglas en inglés) y la microscopía de fuerza atómica (AFM por sus siglas en inglés).⁴

La nanociencia es el estudio del fenómeno y la manipulación de la materia a escala nanométrica (1 a 100 nm). Aborda el diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas a través del control del tamaño y la forma a nanoescala. Sin embargo, comúnmente se utiliza el término nanotecnología para referirse a ambas disciplinas.

Un nanómetro es la unidad de longitud que equivale a una milmillonésima parte de un metro (10⁻⁹). En esta

escala, las propiedades físicas, químicas y/o biológicas de los materiales difieren de manera fundamental con las que se presentan a escala micro/macrosfópica. Es decir, un mismo material presenta distintas propiedades a escala nanométrica. Debido a ello, la investigación y desarrollo de la nanotecnología se orienta en la comprensión y creación de materiales mejorados, dispositivos y sistemas que exploten estas nuevas propiedades. En este sentido, la nanotecnología promete una mejor comprensión de la naturaleza y de la vida misma, en donde el tamaño y la forma son importantes.

El oro presenta una coloración amarilla a simple vista mientras que las nanopartículas de oro son rojas. El grafito que encontramos en los lápices se compone solamente de átomos de carbono y es muy blando, pero los mismos átomos de carbono, estructurados como nanotubos, forman materiales más resistentes que el acero y mucho más livianos.

La base del conocimiento científico de la nanotecnología es interdisciplinaria y combina diversas áreas de la física y la química. De esta manera interactúan las áreas de biología, química en su extensión de ciencia de materiales y la ingeniería, con la física como su eje fundamental. La nanotecnología también se asocia con la biotecnología⁵ y algunos investigadores sostienen que es más una ciencia multidisciplinaria que interdisciplinaria.⁶

Las aplicaciones son diversas en áreas como materiales y manufactura, medicina y salud, electrónica y computación, transporte y defensa, biotecnología y agricultura y, medio ambiente y energía. La nanotecnología no solamente está abriendo el camino a la próxima revolución industrial, sino que el impacto social, cultural y económico que ésta tendrá en nuestra vida diaria en las próximas décadas, es apenas imaginable, ya que al igual que la tecnología de la información, la nanotecnología bien puede modificar el mundo.

En la actualidad numerosos productos que ofrecen propiedades únicas de los nanomateriales ya están disponibles para los consumidores y la industria. Por ejemplo, la mayoría de los discos duros de una computadora contienen magneto-resistencias, las cuales se diseñan con nanopelículas delgadas de materiales magnéticos,

para permitir un aumento significativo de la capacidad de almacenamiento. Algunas otras aplicaciones incluyen catálisis, recubrimientos con nanopelículas para facilitar la limpieza en vidrios o reducir el deslumbramiento en lentes, materiales más resistentes que el acero para la industria de la construcción. Es probable que las celdas solares mejoren significativamente con la nanotecnología.

Las industrias farmacéuticas y químicas también están siendo afectadas por la nanotecnología, tanto en sistemas avanzados de administración de medicamentos y medios de diagnóstico médico. En un futuro cercano

se tendrán tratamientos, implantes y aparatos quirúrgicos muy mejorados, partículas capaces de suministrar fármacos directamente a los tumores, o laboratorios en circuitos integrados (*lab on a chip*) que se puedan adquirir en farmacias para hacer autodiagnósticos en el hogar son algunos de los productos basados en nanotecnología que cambiarán nuestra forma de vida. Por lo tanto, es muy importante realizar un análisis del desarrollo de investigación en el área de nanotecnología en México y compararlo con las actividades realizadas en países industrializados y Latinoamérica para determinar si la actividad en esta área es la adecuada en México.

Mientras que las publicaciones sobre aspectos éticos, sociales, legales, investigación y desarrollo de la nanotecnología en Estados Unidos es muy amplia y comparable en tamaño y características a lo que existe en Europa, es menos común en Latinoamérica. En este sentido, y sin considerar a Canadá y Estados Unidos, lo que se observa en Latinoamérica es que las publicaciones se concentran en tres países: México, Brasil y Argentina, los cuales agrupan la mayor parte de las actividades consideradas como nanotecnología en la región.

En México, así como en otros países de Latinoamérica, la investigación y desarrollo en nanotecnología se lleva a cabo en las zonas que albergan a las instituciones con una larga tradición de investigación en las ciencias químicas y físicas, como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV); el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT); el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA); el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMA); el

La base del conocimiento científico de la nanotecnología es interdisciplinaria y combina diversas áreas de la física y la química. De esta manera interactúan las áreas de biología, química en su extensión de ciencia de materiales y la ingeniería, con la física como su eje fundamental.

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE); y el Centro Nacional de Metrología (CENAM). Recientemente la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) ha desarrollado investigación importante en esta área a través de los grupos de investigación de ciencia de los materiales y microelectrónica del Instituto de Ingeniería y Tecnología.

El tipo de actividades llevadas a cabo en una región también son indicativos de las trayectorias de desarrollo. La investigación en nanomateriales representa el 40% de los proyectos de nanotecnología en Latinoamérica, seguido por la investigación en películas delgadas y tecnologías de superficie (27%), productos farmacéuticos y cosméticos (23%), y la medición, control y simulación (10%).

Los proyectos desarrollados con la etiqueta de nanotecnología en México, están principalmente orientados a la investigación en nanomateriales como los nanotubos de carbono en proyectos del Grupo de Materiales Avanzados del IPICYT y la obtención de nanoestructuras, nanoalambres y nanopartículas de diferentes materiales en proyectos del CIMAV. Con respecto a aplicaciones comerciales, la investigación sobre biopolisacáridos también existe en México, aunque no bajo la etiqueta de nanotecnología (este tipo de investigación en particular se encuentra en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional en la Ciudad de México).

En México la definición de nanotecnología está fuertemente influenciada por investigadores en el campo de la física más que por investigadores en el área de biotecnología. Por otro lado, no existe un programa nacional de nanotecnología como los existentes en países como Brasil y Argentina. Esto afecta negativamente a los proyectos de esta disciplina, debido a que no se cuenta con fondos federales etiquetados en esta categoría.

En nuestro país hay dos puntos importantes que se deben considerar con respecto a la nanotecnología. El primero es en cuanto al grado de *expertis* necesario en esta área, por lo tanto, es importante promover la creación de redes temáticas de amplio espectro, de carácter multidisciplinar, que permitan la interrelación de comunidades científicas, incentivando la interacción entre

grupos de investigadores para aumentar la masa crítica de expertos que puedan dedicarse a la resolución de problemas de índole compleja. El segundo punto es con respecto al nivel de inversión necesario para incrementar la investigación en esta área. Como se ha realizado en la mayoría de los países industrializados, la inversión debe ser liderada principalmente por las políticas y estrategias gubernamentales. El gobierno en México deberá invertir de manera importante en investigación y otorgar incentivos para la comercialización de nanotecnologías. La nanoelectrónica y los nanomateriales serán las áreas dominantes en el tema de la investigación y desarrollo del país. La mayor parte de la investigación en México deberá centrarse en laboratorios privados con miras a su futura comercialización. El financiamiento de los proyectos será tanto de fondos gubernamentales como de las propias empresas interesadas.

Con este panorama presentado sobre la nanotecnología en México es claro que estamos todavía a tiempo de ser protagonistas en esta área. Tenemos el capital humano y el interés en diversas instituciones públicas. Es prioritario contar con una agenda nacional, en colaboración con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), que defina una estrategia para la investigación y desarrollo de productos en nanotecnología que nos permita competir a nivel internacional.

En México la definición de nanotecnología está fuertemente influenciada por investigadores en el campo de la física más que por investigadores en el área de biotecnología. Por otro lado, no existe un programa nacional de nanotecnología como los existentes en países como Brasil y Argentina.

*Docente investigador de la UACJ.

** Docente investigador de la Universidad de Guadalajara.

¹ J. Youtie, M. Iacopetta y S. Graham, "Assessing the Nature of Nanotechnology: Can We Uncover an Emerging General Purpose Technology?" *Journal of Technology Transfer*, 33 (3), 2008, pp. 315-329.

² Juan Pablo Pardo-G., "Mapping Emergence Across the Atlantic: Some (Tentative) Lessons on Nanotechnology in Latin America". *Journal of Technology in Society*, 33 (1), 2011, pp. 94-108.

³ J.S.A., Bhat, "Concerns of New Technology Based Industries-the Case of Nanotechnology". *Technovation*, 25 (5), 2005, pp. 457-462.

⁴ C. Palmberg, T. Nikulainen, "Industrial Renewal and Growth Through Nanotechnology? An Overview with Focus on Finland". *ETLA*, Discussion Paper, 1020, 2006.

⁵ S. Grodal y G. Thoma, "Cross-pollination in Science and Technology: Concept Mobility in Nanobiotechnology". *Annales d'Economie et Statistique*, 93, 2009.

⁶ M. Meyer, "What Do We Know About Innovation in Nanotechnology?" Some Propositions About an Emerging Field between Hype and Path-dependency. *Scientometrics*, 70, 2007.