

# *Nanotecnologías en medicina y agua en América Latina: reporte de ReLANS*

*Edgar Arteaga Figueroa\**

*Académicos y políticos suponen que si se inventa una tecnología que facilite la potabilización del agua es suficiente para que se hable de tecnologías con orientación social y para el desarrollo. Aunque esto está lejos de ser cierto, ReLANS realizó una investigación exploratoria sobre qué avances en Investigación y Desarrollo existen en América Latina en relación con dos temas que son comúnmente elegidos como cruciales para el desarrollo: agua y medicina. Los resultados son expuestos en este artículo en forma condensada para América Latina y para seis países investigados.*

**L**A NANOTECNOLOGÍA es la ciencia, ingeniería y tecnología que trabaja la materia a nanoescala, la cual va de uno a 100 nanómetros, aproximadamente. La nanociencia y nanotecnología implican la capacidad de ver y controlar los átomos y moléculas de forma individual.<sup>1</sup> La peculiaridad radica en que la materia a nanoescala manifiesta propiedades físico-químicas nuevas y desconocidas en muchos casos para la misma materia en

tamaños mayores. Por esta razón, las nanotecnologías pueden ser aplicadas a cualquier sector económico, conociéndose como tecnologías habilitadoras.<sup>2</sup> Hay aplicaciones de nanotecnología en las tecnologías de la información y la comunicación, la biología, la medicina, la seguridad nacional, la industria de la construcción, la industria textil, la metalmecánica, el transporte y el sector energético, entre otros.<sup>3</sup>

Los datos para este artículo provienen del proyecto NMP-DeLA. Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and New Production Technologies. Deployment in Latin American Countries. FP7-NMP-2013-CSA-7. EU 7<sup>th</sup> Framework Programme. Participaron en la recolección de información y en la redacción del informe los siguientes miembros de la Red Latinoamericana de

\* Estudiante de la maestría en Economía de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Miembro de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad. Correo: arteagafigueroa@gmail.com.

Nanotecnología y Sociedad (RELANS): Guillermo Foladori, Noela Invernizzi, Edgar Záyago Lau, Eduardo Robles-Belmont, Carolina Bagattolli, Adriana Chiancone, Leandro Andrini, William Urquijo y Tomás Carozza. El autor resumió el documento anteriormente mencionado.

### NANOMEDICINA Y NANOAGUA EN AMÉRICA LATINA

Varios países de América Latina han apoyado el desarrollo de la nanotecnología en la última década. Este novedoso campo tecnocientífico ha sido considerado como un área estratégica en los planes de ciencia, tecnología e innovación de varios países latinoamericanos. Este proceso ha sido liderado por Brasil, México y Argentina.

El siguiente análisis, realizado por la RELANS mapea las investigaciones en nanomedicina y en métodos para potabilizar o remediar cursos de agua con nanotecnología (nanoagua) en América Latina. El mapa sintetiza la información bibliométrica así como información cualitativa sobre las iniciativas políticas, los proyectos de investigación en curso, los principales grupos de investigación e instituciones en seis países de América Latina. Los datos obtenidos cubren América Latina en su conjunto y ciertos países en particular (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México y Uruguay); y proporcionan una visión general de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) nanotecnológica en los siguientes temas: 1) salud: aspectos relacionados a la aplicación de materiales avanzados, especialmente con fines terapéuticos y de diagnóstico; y 2) agua: materiales avanzados para la purificación del agua, la desalinización y reciclaje.

### NANOMEDICINA

Las inversiones en salud son esenciales para el crecimiento económico y deben ser un componente clave de las estrategias nacionales de desarrollo. Actualmente, una proporción considerable de la población del mundo, en especial de los países en desarrollo, aún no ha extraído muchos beneficios de innovaciones que en otras partes son corrientes.<sup>4</sup> En este contexto, la nanomedicina brinda la oportunidad de tratar enfermeda-

des como VIH, hepatitis C, malaria y fiebre tifoidea con mayor efectividad que los fármacos convencionales.<sup>5</sup> En el área de fármacos, la nanomedicina tiene la capacidad de mejorar la administración de medicamento y dirigirlo únicamente a las células enfermas, sin que se presente pérdida del medicamento o se afecte a células sanas. Con ello se posibilita la detección temprana y prevención; también tiene la capacidad de mejorar el diagnóstico y seguimiento de enfermedades, así como el tratamiento.<sup>6</sup>

Se utilizaron dos enfoques para identificar las actividades de I+D en nanomedicina en América Latina: un análisis cuantitativo de las publicaciones basado en estudios bibliométricos y un enfoque cualitativo orientado a identificar los principales grupos de investigación dedicados a la nanomedicina en los seis países mencionados.

Hasta 2012, existen unos 950 artículos científicos publicados en los que al menos un investigador perteneciente a una institución académica o de investigación participó desde un país de América Latina o el Caribe. El cuadro 1 presenta el número de publicaciones latinoamericanas de nanomedicina por área.

CUADRO 1.

*Publicaciones de Nanomedicina  
en América Latina por área*

Área	Artículos publicados	% de 950*
Suministro de fármacos	616	64.84
Imagenología in vivo	203	21.37
Biosensores médicos	78	8.21
Biomateriales	41	4.32
Nanomedicina	34	3.58
Fármacos y terapia	26	2.74
Implantes inteligentes /prótesis neurales	0	0.00

Fuente: NMP-DELA. Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and New Production Technologies. Deployment in Latin American Countries. FP7-NMP-2013-CSA-7. EU 7<sup>th</sup> Framework Programme.

\* Nota: El total suma más de 100 por ciento porque algunos artículos son catalogados en más de un área.

Los resultados muestran que, dentro del área de nanomedicina, el de suministro de fármacos es el que presenta mayor número de publicaciones, con un total

CUADRO 2.  
Grupos de investigación de nanomedicina  
en América Latina por temática principal

País	Grupos de investigación (total)	Diagnóstico	Fármacos y tratamientos	Medicina regenerativa	Materiales y técnicas	Otro/ desconocido
Brasil	77	8	48	3	18	0
México	57	13	13	0	30	1
Argentina	21	1	12	4	2	2
Colombia	1	0	0	0	0	1
Chile	9	1	5	0	0	3
Uruguay	7	3	2	1	1	0
Total	172	26	80	8	51	6
%	100	15.1	46.5	4.7	29.6	3.5

Fuente: NMP-DeLA. Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and New Production Technologies. Deployment in Latin American Countries. FP7-NMP-2013-CSA-7. EU 7<sup>th</sup> Framework Programme.

de 616 artículos identificados, equivalente a 64.84 por ciento. Muy por debajo se encuentra el área de imagenología, con 203 artículos (21.37 por ciento) y el área de biosensores médicos con 78 artículos (8.21 por ciento). El resto de las áreas cuentan con menos de 5 por ciento.

Para el estudio de los grupos de investigación de nanomedicina se procedió a buscar en las bases de datos públicas sobre los grupos de I+D y los fondos públicos asignados por los temas en cada país. El cuadro 2 presenta los grupos de investigación que realizan proyectos de nanomedicina en los países seleccionados de América Latina y los divide en las temáticas más relevantes.

Brasil mantiene el liderato en esta área dentro de la región latinoamericana con 77 grupos de investigación en nanomedicina, seguido por México con 57 y Argentina con 21. El área de mayor relevancia en el desarrollo de proyectos es la de fármacos y tratamientos, con 80 grupos de investigación en el tema, un 46.5 por ciento, aproximadamente.

## NANOAGUA

El acceso al agua potable es uno de los problemas de salud más apremiantes del mundo. Según la Organiza-

ción de las Naciones Unidas (ONU), “el 85 por ciento de la población mundial vive en la mitad más seca del planeta. 783 millones de personas no tienen acceso a agua potable y casi 2,5 mil millones no tienen acceso a un saneamiento adecuado”.<sup>7</sup>

La crisis del agua surge de diversas causas interrelacionadas: el crecimiento demográfico, el aumento de la demanda agrícola, el cambio climático, la concentración geográfica de la demanda, la gestión inadecuada, la ausencia de reciclaje, etcétera. A pesar de las muchas causas de la escasez de agua potable, en algunos contextos surgen alternativas técnicas que podrían resultar de utilidad en la solución del problema.

Las aplicaciones de nanotecnología al agua se pueden agrupar según diferentes criterios. Para los efectos de este estudio, hemos elegido las siguientes categorías: la desalinización del agua, remediación de aguas contaminadas y potabilización de agua. Cada uno de estos grupos puede, por sí mismo, subdividirse, como la distinción entre los sensores de contaminación y los mecanismos de filtración.

Para el caso del estudio bibliométrico, se tiene registro de 435 artículos científicos publicados, en los que al menos un investigador perteneciente a una institución académica o de investigación participó desde un país de América Latina o el Caribe.

CUADRO 3.

*Publicaciones de nanoagua en América Latina por área*

Área	Artículos publicados	% de 435 *
Remediación de aguas contaminadas	257	59.08
Potabilización de agua	227	52.18
Desalinización de agua	3	0.69

Fuente: Elaboración propia.

\* Nota: El total suma más de 100 por ciento porque algunos artículos son catalogados en más de un área.

CUADRO 4.

*Grupos de investigación de nanoagua en América Latina por temática principal*

País	Grupos de investigación (total)	Desalinización	Potabilización	Remediación	Otro/ desconocido
Brasil	22	4	2	12	4
México	34	1	1	30	2
Argentina	10	0	5	3	2
Colombia	2	0	0	2	0
Chile	2	1	0	1	0
Uruguay	1	0	0	1	0
Total	71	6	8	49	8
%	100	8.4	11.2	69	11.2

Fuente: Elaboración propia.

Para el estudio de los grupos de investigación de nanoagua se procedió a buscar en las bases de datos públicas sobre los grupos de I+D y los fondos públicos asignados por los temas en cada país.

En el cuadro 4 se presentan los grupos de investigación que desarrollan proyectos de nanoagua en Latinoamérica, divididos por país y en sus tres temáticas principales: desalinización, potabilización y remediación de agua.

Para el caso de nanoagua, el país con más grupos de investigación es México, con 34; le siguen Brasil con 22 y Argentina con 10; el resto de los países poseen menos de cinco grupos cada uno. El área en que más grupos de investigación se tiene es la remediación, con 49 grupos, 69 por ciento; después aparece la potabilización con ocho grupos, 11.2 por ciento; finalmente el área de desalinización tiene seis grupos, 8.4 por ciento.

CONCLUSIONES

En ambas áreas (nanomedicina y nanoagua) la mayor parte del financiamiento para la I+D proviene de recursos públicos en cualquiera de los países. Existe, además, inequidad entre estos países en términos de investigación, infraestructura, financiamiento y recursos humanos. En la mayor parte de los casos se realiza investigación básica y un monto considerable de esta investigación se encuentra dirigida a solucionar los retos del tratamiento de cáncer en nanomedicina y de remediación del agua.

— • notas • —

<sup>1</sup> National Nanotechnology Initiative. (s/f). *What is Nanotechnology? National Nanotechnology Initiative*. <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>

<sup>2</sup> Foladori, G., & Invernizzi, N. (2006). *Nanotecnologías Disruptivas: Implicaciones Sociales de las Nanotecnologías*. México, D.F.: Miguel Ángel Porrúa.

<sup>3</sup> National Nanotechnology Initiative. (s/f). *op. cit.*

<sup>4</sup> World Health Organization. (2012). *Investigación y desarrollo para atender las necesidades sanitarias de los países en desarrollo: fortalecimiento de la financiación y coordinación mundiales: informe del Grupo consultivo de expertos en investigación y desarrollo: financiación y coordinación*. Ginebra, Suiza: OMS Ediciones. [http://www.who.int/phi/CEWG\\_Report\\_ES.pdf?ua=1](http://www.who.int/phi/CEWG_Report_ES.pdf?ua=1)

<sup>5</sup> Bell, I. R., Schwartz, G. E., Boyer, N. N., Koithan, M., & Brooks, A. J. (2013). Advances in integrative nanomedicine for improving infectious disease treatment in public health. *European Journal of Integrative Medicine*, 5(2), 126-140. doi:10.1016/j.eujim.2012.11.002

<sup>6</sup> Vidal, L., & Záyago, E. (2013, diciembre). Nanomedicina: expectativas y regulación para el desarrollo. *Observatorio del desarrollo*, 2(8), 31-36.

<sup>7</sup> UNESCO. (2013). *United Nations International Year of Water Cooperation: Facts and Figures. UN World Water Day 2013. United Nations International Year of Water Cooperation: Facts and Figures. UN World Water Day 2013*. <http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/facts-and-figures/en/>