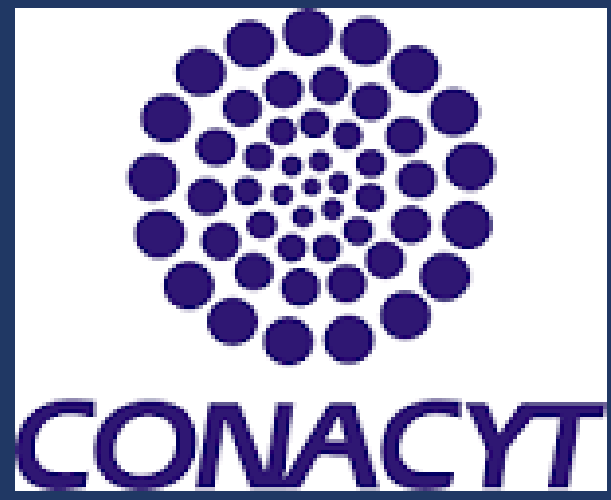


Educación de las Nanotecnologías en México y la formación en riesgos y medio ambiente



Laura Liliana Villa Vázquez, Iván Torres Hernández

Proyecto CONACYT – Ciencia de Frontera No. 304320

Universidad Autónoma de Zacatecas- Unidad Académica de Economía



ReLANS

INTRODUCCIÓN

Hoy en día no hay sector económico a nivel mundial que no incorpore las nanotecnologías (NTs) en sus procesos productivos o en una gran variedad de productos distribuidos en los mercados globales. A diferencia de otros países en América Latina, México no cuenta con programas que sistematicen información sobre el desarrollo de estas tecnologías. En ese sentido, en el presente trabajo compilamos información referente a las instituciones de educación superior (IES) que otorgan grados académicos de licenciatura o posgrado en NTs en México. Se explora si los planes de estudios contemplan la instrucción en temas sobre implicaciones sociales, riesgos o medio ambiente.

ANTECEDENTES

México es uno de los países líderes en América Latina en cuanto al avance de las NTs al considerar infraestructura, recursos humanos, financiamiento y producción científica en el tema (Záyago et al., 2020).

Existen múltiples IES que ofrecen programas con orientación en NTs, además de los Centros Públicos de Investigación que participan con oferta académica en el tema.

A nivel internacional, existen varias bases de datos que registran cursos, carreras técnicas y profesionales, especialidades, maestrías y doctorados sobre estas tecnologías. La información sobre programas educativos de NTs en México se encuentra de forma dispersa. El antecedente que se tiene en el país de la primera universidad que inauguró un programa en el tema fue la Universidad de las Américas en Puebla (UDLA), la cual, en 2006, abre la licenciatura en nanotecnología e ingeniería molecular (Takeuchi & Mora Ramos, 2011).

En México, la especialización en NTs va de la mano con la certificación de la institución otorgante respecto al contenido curricular del plan de estudios de los grados de técnico superior universitario (TSU), licenciatura, maestría o doctorado; es decir, la Secretaría de Educación Pública (SEP) otorga los certificados que validan el plan de estudios y la emisión de títulos correspondientes a la especialización.

OBJETIVOS

Identificar y sistematizar los programas de educación superior orientados a las NTs en México. A la par de lo anterior, se revisarán los planes y programas de estudio con el objetivo de explorar la relevancia que otorgan las IES en la instrucción sobre los temas de riesgos, implicaciones sociales y medio ambiente.

METODOLOGÍA

Las herramientas metodológicas se desplegaron en tres procesos.

Primero se definieron los criterios de búsqueda para determinar qué programas educativos se incluían en la base de datos. (Universidades, centros de investigación y laboratorios) de acuerdo con la adopción del prefijo “nano” en la descripción del programa.

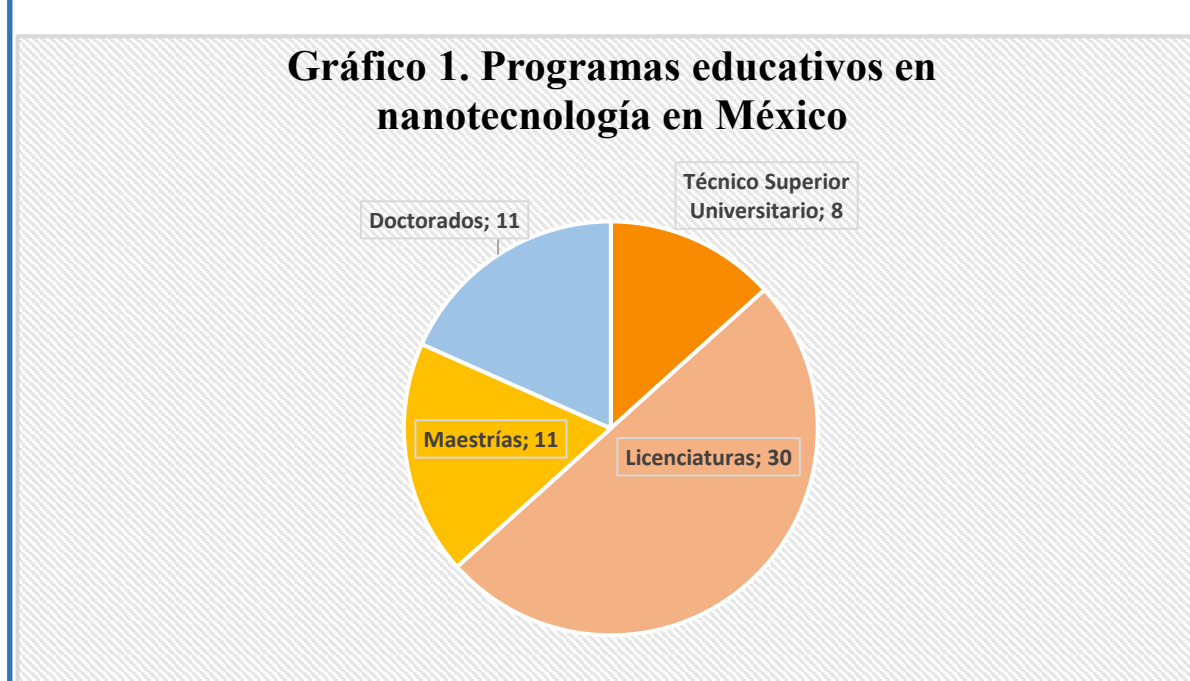
El periodo de investigación se realizó desde junio de 2021 a septiembre del 2022. Se tomó como referencia los anuarios estadísticos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de México (ANUIES, 2021) y la base de datos de instituciones de educación superior de la SEP (2021).

En un segundo momento se aplicaron herramientas descriptivas para especificar e informar sobre la ubicación y características de los programas académicos que ofrecen grados universitarios en NTs.

El tercer proceso metodológico implicó analizar la malla curricular de los programas de estudio para detectar la presencia de temáticas sobre riesgos e implicaciones sociales y aspectos ambientales. Esto se hizo a partir de la exploración del contenido curricular de cada uno de los programas para verificar si tenían asignaturas vinculadas con estas temáticas.

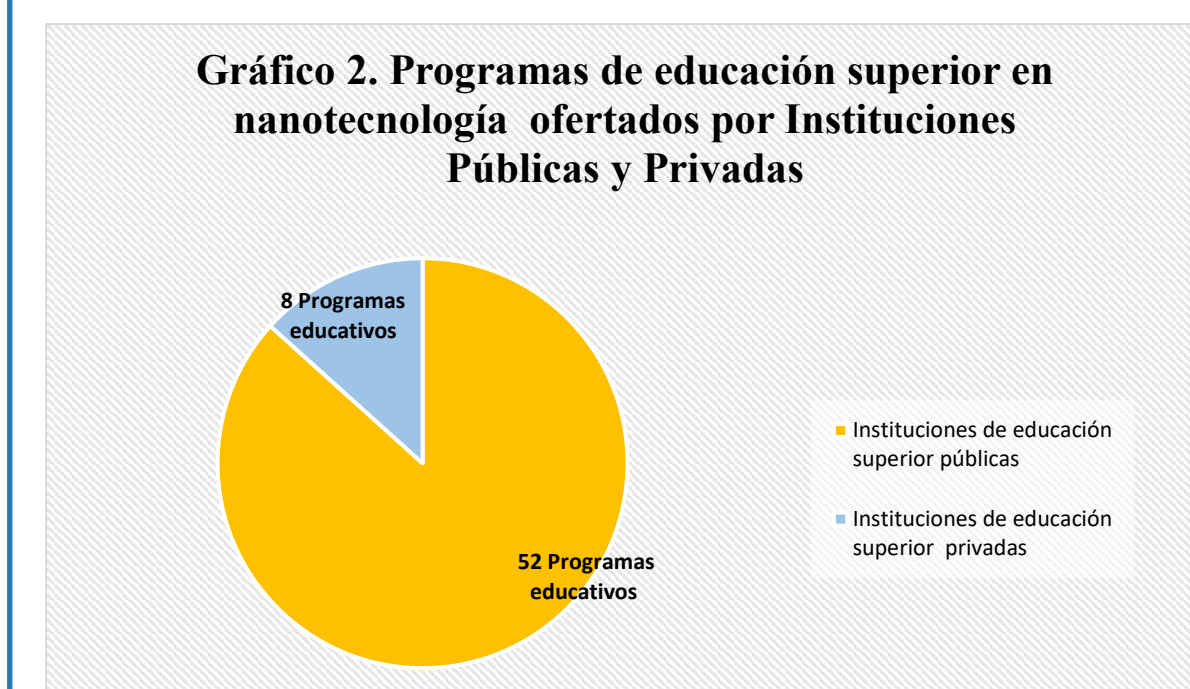
RESULTADOS

Se identificaron un total de 60 grados académicos en México con el prefijo “nano”. Fueron 8 grados de técnicos superiores universitarios (TSU), 30 licenciaturas (24 definidas como ingenierías y 6 licenciaturas), 11 maestrías, y 11 doctorados.



Elaboración propia (2022).

El 85% de los programas son ofertados desde Instituciones de Educación Superior Públicas, el restante por Instituciones Privadas, éstas últimas se integran por el Instituto Tecnológico de Monterrey, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidentes (ITESO) así como la Universidad de las Américas.



Elaboración propia (2022).

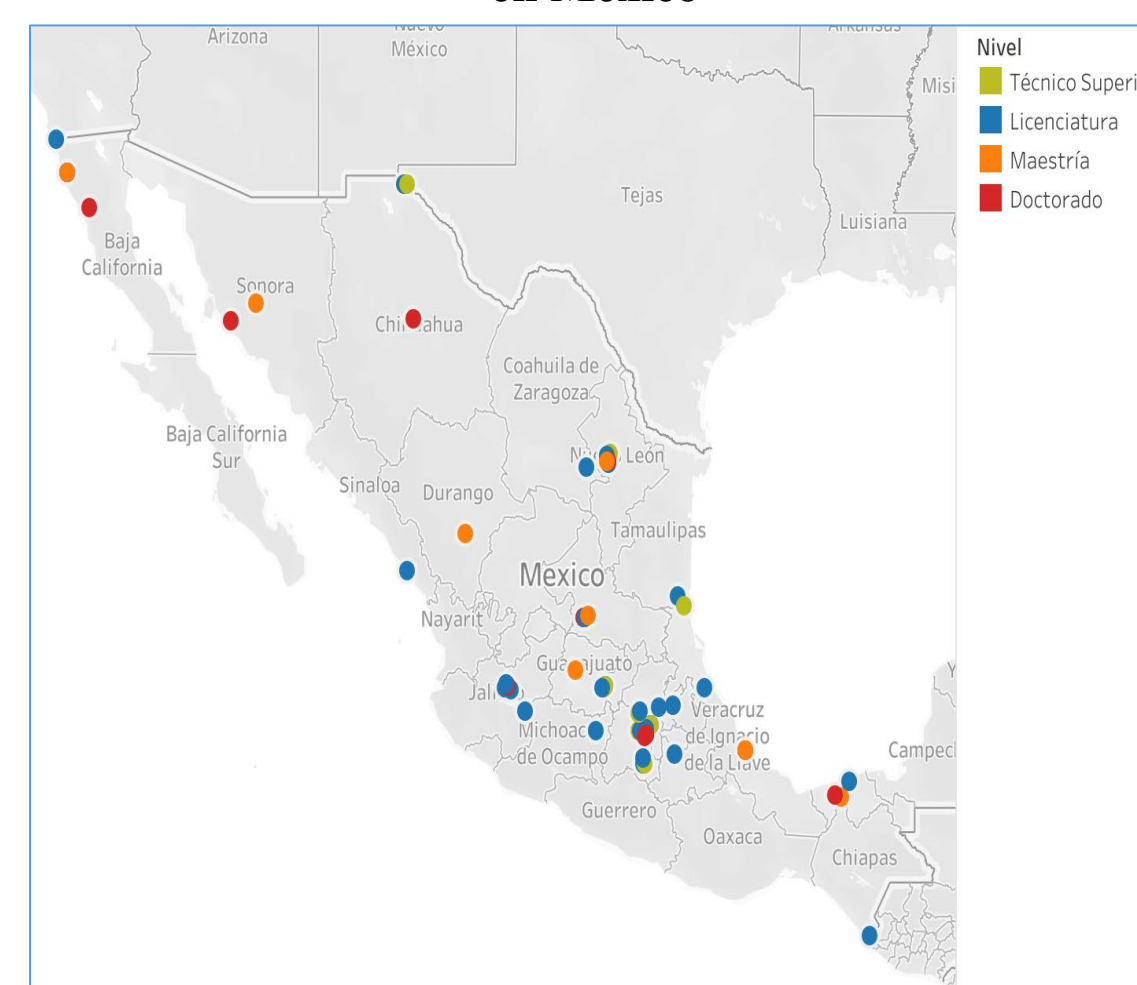
Cuando se ordena la información de los programas educativos por entidad federativa, encontramos que de los 32 estados existen programas educativos en el tema en 21 de ellos. El Estado de México, Baja California, Nuevo León, Hidalgo, Querétaro y Jalisco son los que concentran el mayor número de instituciones otorgantes, como lo podemos observar en la tabla I.

Tabla I. Programas de nanotecnología por entidad federativa (2022)

Estado de México	8
Nuevo León	6
Baja California	5
Hidalgo	4
Querétaro	4
Jalisco	4
SLP	3
Morelos	3
Tabasco	3
Chihuahua	3
Veracruz	3
Michoacán	2
Tamaulipas	2
Ciudad de México	2
Sonora	2
Puebla	1
Sinaloa	1
Coahuila	1
Durango	1
Guanajuato	1
Chiapas	1
Elaboración propia (2022)	60

El gráfico 1 muestra la ubicación de los distintos programas por nivel educativo a lo largo y ancho de la República Mexicana.

Gráfico 1. Ubicación por nivel en IES de programas Nano en México



Fuente: Villa, Laura Liliana & Arteaga Figueroa, E. (2022).

Las implicaciones, los riesgos y el impacto al medio ambiente del uso o la aplicación de las NTs forma parte de un debate académico importante (OECD, 2008; Gottardo et al., 2021). La revisión de la tira de materias de los 60 programas compilados evidenció la falta de interés sobre los temas de riesgos e implicaciones sociales de las nanotecnologías. Se encontró un programa de ingeniería con una asignatura sobre los impactos sociales de las NTs. En relación al medio ambiente fueron un total de 19 programas educativos los identificados con asignatura en el tema, 18 de ellos son licenciaturas y una maestría; para el caso de las carreras de técnico superior universitario y posgrados los contenidos analizados no integran el debate en ese tópico.

Lo anterior muestra que los planes y programas de estudio se encuentran desfasados; el tema de las implicaciones y riesgos sociales tiene una limitada presencia, de igual forma el tema medio ambiental, que si bien está contenido en algunos planes de estudios, no figura como un tema transversal en los contenidos.

CONCLUSIONES

La presencia de opciones académicas en materia nanotecnológica está en 21 de las 32 entidades federativas, se observa una concentración de programas educativos en el norte y centro del país; es decir, en estados con un preminente dinamismo económico.

Hay 60 programas educativos orientados a las NTs, distribuidos en 8 técnicos superiores universitarios, 30 licenciaturas, 11 Maestrías y 11 Doctorados. Del total, son 22 programas que contienen en su malla curricular asignaturas sobre nanotoxicología, seguridad, nanoética. Sobre riesgos e implicaciones sociales se encontró solamente un programa.

La omisión de integrar los impactos y riesgos sociales de las NTs va contra corriente de lo que sucede en el Norte Global. La Iniciativa Nacional de Nanotecnología de los Estados Unidos sugiere incorporar un tópico al respecto de las implicaciones sociales en los planes de estudio desde la primaria (Greenberg, A., 2009).

REFERENCIAS

- ANUIES, (2021). Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de México. Anuarios estadísticos de educación superior. Julio 3, 2021.
- Greenberg, A. (2009). Integrating Nanoscience into the Classroom: Perspectives on Nanoscience Education Projects. *ACS Nano*, 3(4), 762–769. <https://doi.org/10.1021/nn900335r>
- Gottardo, S., Mech, A., Drbohlavová, J., Maľyska, A., Bøwadt, S., Sintes, J. R., & Rauscher, H. (2021). Towards safe and sustainable innovation in nanotechnology: State-of-play for smart nanomaterials. *NanoImpact*, 21, 100297.
- OECD, A. (2008). Organization for Economic Cooperation and Development. Opportunities and risks of Nanotechnologies. [oecd.org/science/nanosafety/44108334.pdf](https://www.oecd.org/science/nanosafety/44108334.pdf)
- SEP (Secretaría de Educación Pública) (19 de marzo del 2015). Conoce el Sistema Educativo Nacional. <https://www.gob.mx/sep/articulos/conoce-el-sistema-educativo-nacional>
- Takeuchi, N., & Ramos, M. E. M. (2011). Divulgación y formación en nanotecnología en México. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*, 4(2).
- Villa, Laura Liliana & Arteaga Figueroa, E. (2022). *Programas educativos de nanotecnologías en México* (1a ed.) [Instituciones educativas con programas de nanotecnologías]. Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad.
- Záyago Lau, Edgar, Foladori, Guillermo, & Invernizzi, Noela. (eds.) (2020). *Relevancia social de las nanotecnologías en América Latina*. Miguel Ángel Porrúa.

AGRADECIMIENTOS Y CONTACTO

Al Proyecto Ciencia de Frontera 304320/2019 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Contacto: laura.villa@uaz.edu.mx
Zacatecas, Zac., a 04 de noviembre del 2022.