



Análisis de la pertinencia científica y social del DNyN

El análisis de pertinencia científica y social del DNyN se realizó teniendo en cuenta una reflexión crítica y comparativa del ámbito regional, nacional e internacional.

Contexto Nacional

El impulso importante que la Nanotecnología ha tenido en los últimos 10 años en una amplia gama de aplicaciones ha resultado en un impacto en los programas académicos y de formación de recursos humanos que se ofrecen hoy en día en México. Actualmente a nivel nacional se ofrecen más de 40 licenciaturas que tienen la palabra nanotecnología en su nombre. Sin embargo, la oferta de Posgrados de nivel doctorado afines a las Nanociencias y Nanotecnología en México es muy limitada. A la fecha, solo se cuenta con 7 programas de posgrado reconocidos por el PNPC (Ver Tabla), el programa que actualmente ya se imparte en CIMAV y, otros seis programas distribuidos en varias regiones del país.

Núm.	Ref.	Institución	Entidad	Grado	Orient.	Nivel	Área SNI	Modalidad
1	003051	DOCTORADO EN NANOTECNOLOGIA	CIMAV SC	CHIHUAHUA	DOCTORADO	INV	EN DESARROLLO	INGENIERIA
2	002086	DOCTORADO EN CIENCIAS EN NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGIA	CINVESTAV-IPN	DISTRITO FEDERAL	DOCTORADO	INV	CONSOLIDADO	FISICO-MATEMATICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA
3	5025	DOCTORADO EN NANOCIENCIAS Y MICRO-NANOTECNOLOGIAS	IPN	DISTRITO FEDERAL	DOCTORADO	INV	RECIENTE CREACION	INGENIERIA
4	5536	DOCTORADO EN NANOTECNOLOGIA	ITESM	NUEVO LEON	DOCTORADO	INV	RECIENTE CREACION	INGENIERIA
5	003432	DOCTORADO EN NANOTECNOLOGIA	UNISON	SONORA	DOCTORADO	INV	RECIENTE CREACION	FISICO-MATEMATICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA
6	002878	DOCTORADO EN NANOCIENCIAS Y MATERIALES	IPICYT	SAN LUIS POTOSI	DOCTORADO	INVESTIGACION	CONSOLIDADO	INGENIERIAS
7	000275	DOCTORADO EN CIENCIAS EN NANOCIENCIAS	CICESE-UNAM	BAJA CALIFORNIA	DOCTORADO	INVESTIGACION	CONSOLIDADO	FISICO-MATEMATICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Referencia: http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/listar_padron.php

Mientras que los requisitos básicos de los programas son muy similares, la principal diferencia entre ellos radica en las temáticas y áreas abordadas de acuerdo a la demanda profesional de aquellas regiones y además de diferir en las áreas de especialidad de los egresados en base a las Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento (LGAC).

Por ejemplo, el Programa propuesto en este documento por parte de CIMAV considera: Nanomateriales, Nanocompuestos y Simulación Computacional, así como una contraparte formativa en función de la opción de doble titulación. Por otra parte, el Doctorado en Ciencias en Nanociencias y Nanotecnología de CINVESTAV, considera especialidades en Nanomateriales y Nanoestructuras y, Nanodispositivos y Bionanotecnología. El Doctorado en Nanociencias y Micro-Nanotecnologías que ofrece el IPN, las LGAC son síntesis de micro y nanoestructuras, caracterización y propiedades de micro y nanoestructuras y Dispositivos. En el mismo contexto el Programa ofrecido por el ITESM considera emprendimiento en alguna de las siguientes áreas: Ciencia de los Materiales y Nanotecnología; Micro y Nanosistemas, Nanofotónica; y Sistemas Cuánticos. Finalmente, el Programa que se imparte en la Universidad de Sonora considera Bionanotecnología y Nanomedicina; Fabricación y Evaluación de Dispositivos; y Nanoestructuras y Nanocompósitos Funcionalizados.





Contexto Internacional

Por otra parte, a nivel mundial el número de programas de Posgrado de instituciones de prestigio exclusivos en Nanotecnología es muy alto. Al 2019, fueron aproximadamente 90 los programas reconocidos como líderes en la clasificación, los cuales, actualmente se están transformando para ser más inclusivos, interdisciplinarios y orientados a la resolución de problemas actuales prioritarios, pero con un área de especialización muy específica.

Los Programas más exitosos son clasificados en base a tres criterios: la inversión en investigación, la infraestructura y facilidades, así como, la relevancia académica de sus investigadores. Desde el punto de vista de la inversión que se dedica para investigación, desarrollo e innovación, en primer lugar, se encuentra el Instituto Politécnico SUNY, anteriormente el Colegio de Nanoescala Ciencia e Ingeniería (Albany University), el cual es el primero dedicado a la educación de Nanotecnología, investigación y alcance económico (con una inversión en investigación de USD\$201.6 M). Cuenta con un número significativo de publicaciones en el campo de la Nanotecnología y es bien conocida por la comercialización en nanotecnología y microtecnologías. Por otra parte, Cornell University se destaca por la inversión en infraestructura de frontera para el diseño y desarrollo de nanodispositivos, entre los que son más importantes y reconocidos a nivel mundial se encuentran el Laboratorio de Nanofabricación, el Centro de investigación en Materiales, el Centro de Sistemas a Nanoescala y el Centro de Nanobiotechnología. Por otra parte, Rice University es considerada entre los primeros pioneros en el campo de la Nanotecnología y ganó más reputación cuando dos de sus miembros de la facultad recibieron el premio Nobel en Química en 1996 (Robert F. Curl Jr y Richard E. Smalley por el descubrimiento del fullereno y sus propiedades).

En un análisis paralelo de las líneas de investigación a nivel internacional revela que los siguientes temas destacan en tendencia de estudio:

- 1) El diseño, crecimiento y propiedades de nanomateriales y nanomateriales funcionales
- 2) Sensores con superficies a nanoescala y nanofotónica
- 3) Desarrollo de Nanocircuitos y Nanosistemas
- 4) Nanomedicina y Nanobiotechnología
- 5) Modelado y simulación de nanoestructuras y nanocompuestos

El Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) representa en la actualidad, la plataforma científica y tecnológica más amplia y moderna en el área de Nanociencias y Nanotecnología disponible en el Norte de México. Además de los recursos humanos, el CIMAV cuenta con el equipamiento y las instalaciones básicas necesarias para emprender una amplia gama de proyectos en el campo de la Nanociencias y Nanotecnología, siendo sede del Laboratorio Nacional de Nanotecnología desde el año 2006. El CIMAV cuenta con una serie de elementos a través de los cuales se pone de manifiesto su compromiso con el desarrollo de las Nanociencias y la Nanotecnología en México, destacando como ventajas competitivas que el Plan Estratégico vigente identifica a la Nanotecnología como uno de los tres temas importantes de investigación definidos y de alto impacto para el país. Actualmente el 80 % de las publicaciones científicas de los Investigadores del CIMAV incluyen las nanociencias y nanotecnología, o bien, en su contexto conteniendo información relacionada con el tema. En los últimos 5 años el 70% de los proyectos desarrollados en CIMAV son en temas relacionados a Nanotecnología, la mayoría vinculados con empresas nacionales e internacionales.





importantes. Por ejemplo, se tienen vinculaciones continuas con las Compañías referentes de varios sectores industriales como COMEX, Key Química, Nutec-Fibratec, Nemak, Ternium, Lamosa, Vitro, por mencionar solo algunas. A la fecha se han firmado acuerdos de colaboración en el tema de Nanociencias/Nanotecnología con importantes Universidades a nivel global, los cuales están vigentes, con la Universidad de San Carlos en Brasil, la Universidad de Chalmers en Suecia, La Universidad de Santiago de Chile y la Universidad Pontificia Bolivariana en Colombia.

El Plan con opción de Doble titulación ofrecido por CIMAV, busca impulsar la formación internacional del alumno y, promover su excelencia académica y profesional, suscitando el desarrollo de capacidades para generar conocimiento original y su transformación en productos valiosos, para diversas aplicaciones con impacto en la sociedad y en el sector productivo. Es aquí donde la contraparte formativa del estudiante toma lugar, ofreciendo además del título como Doctor en nanotecnología, títulos como el de Doctor en ciencia médicas por la UPB. Los egresados de este programa de doble titulación poseen conocimientos en nanociencias que serán aplicados al área médica, desarrollando productos como tratamientos correctivos o preventivos para diversas áreas de la salud. En base a lo anterior, el Programa de Doctorado en Nanotecnología, actualmente ofrecido en CIMAV, busca posicionarse en el Noreste de México como un programa referente especializado y actualizado como Programa de Doctorado en Nanociencias y Nanotecnología (DNYN) para formar investigadores científicos especializados en un área de reconocimiento mundial, la cual es considerada fundamental para el desarrollo sostenido de la industria y la academia basada en el conocimiento y la innovación.

Pertinencia social, demanda del programa e Inserción Laboral

En los últimos años, ciertas áreas científicas como la nanotecnología, la biología molecular, la física y química de superficies, entre muchas otras han alcanzado un desarrollo notable en nuestro país. En CIMAV se han formado grupos de investigación que han logrado una excelente posición competitiva en el ámbito internacional. Además, de manera natural, el objeto mismo de la investigación de estas disciplinas ha estado convergiendo hacia las Nanociencias y Nanotecnología. A nivel global de todos los países desarrollados y de importancia estratégica en la identificación de estas áreas, la mayoría de los programas de doctorado se hayan priorizados por el avance acelerado que la sociedad demanda. En estas áreas físicas, químicos, biólogos, médicos e ingenieros se encargan de obtener, manipular, organizar, estudiar y aprovechar las propiedades de la materia a nanoescala. Mantener hoy y en el futuro una posición internacional verdaderamente competitiva en áreas de la nanociencia, requiere un nivel de competencia que solo puede lograrse con un enfoque temático y, con la capacitación adecuada del personal de investigación, que les permita adquirir el conocimiento multidisciplinario que estas áreas necesitan.

La orientación de manipulación de las diversas clases de materiales que se ofrecen en este programa de doctorado, lo hace único a nivel nacional. Esta orientación permite desarrollar aquellos aspectos de la nanociencias que se encuentran en la intersección entre las diversas clases de materiales y los fenómenos físicos, químicos, mecánicos, eléctricos, entre otros, por lo que es realmente multidisciplinario. Así, el Doctorado en Nanociencias y Nanotecnología permite:





- Ofrecer una formación de investigación para los graduados en química, física, biología; Ingeniería química o electrónica; Ciencia y Tecnología de Materiales; y permite una mejora para el desarrollo profesional, académico y de investigación.
- Establecer relaciones de colaboración con instituciones académicas y empresas de acuerdo a la aplicación.
- Cursar un programa de doble titulación con instituciones internacionales bajo convenio, donde se puedan aplicar los conocimientos de la nanociencia, y se desarrollen conocimientos sobre la aplicación en áreas como salud, energía y medio ambiente.
- Promover la cooperación entre diferentes universidades para desarrollar un perfil de investigación en Nanociencias y Nanotecnología que se exige en los sectores profesionales de la identificación y que se reconoce justamente en el campo de la investigación científica y tecnológica.

En relación con la salida de los estudiantes que obtienen este doctorado, debemos señalar que nuestra experiencia es que una parte significativa se han insertado en la academia o centros de investigación. Actualmente, la imagen está cambiando y la demanda se vuelve importante por la inserción de los estudiantes graduados en las industrias y centros tecnológicos (como la realización de dispositivos basados en el uso de nanomateriales, recubrimientos y pinturas, empresas en el campo de los nanotubos o la industria). Dependiendo del tipo de investigación realizada, los estudiantes se desempeñan profesionalmente en el sector industrial o tecnológico. Dentro de ellos se encuentran, las industrias químicas y farmacéuticas relacionadas con la síntesis de moléculas, sensores, biosensores y nuevos materiales avanzados, laboratorios para el análisis de materiales, centros de aplicaciones biomédicas, agroalimentarias, medioambientales y energéticas, entre otras.

Se prevé, asimismo que, en un futuro cercano, exista en la región un incremento en el número de centros de investigación, lo que necesariamente se traducirá en una creciente demanda de investigadores, muchos de los cuales serán en el campo de las Nanociencias y Nanotecnología, que por su transversalidad aplica en varias disciplinas del conocimiento. Además, en la región norte del país, el Clúster de Nanotecnología en el Estado de N.L. está asociado a más de 20 instituciones, universidades, centros de gobierno, incubadoras que requieren especialistas en la temática.

En resumen, resulta importante mantener y reforzar este programa de posgrado que cubre las expectativas para hacer de Monterrey y su área metropolitana una sociedad del conocimiento, lo cual a su vez, implica el cumplimiento de los más altos estándares de calidad a nivel mundial. Los requerimientos de innovación del sector empresarial a través de la incorporación de personal con un alto grado de calificación, se verán satisfechos permitiendo al mismo tiempo a los egresados, el reconocimiento del título obtenido.

Actualmente nuestros egresados se han insertado en el campo laboral trabajando en instituciones académicas nacionales (CIDESI) e internacionales (Estados Unidos – UTD, Colombia - UDEA), realizando estancias posdoctorales dentro y fuera del país (CINVESTAV, UNAM). Algunos de ellos se encuentran en empresas del sector productivo de la región e internacionales (Rassini, Glasst Innovation Company entre otras).





GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Por lo tanto, impulsar de manera organizada el desarrollo y aplicación de la Nanociencia y la Nanotecnología, brindará a México la oportunidad de insertarse en este contexto internacional a un nivel competitivo. Actualmente existe capacidad científica y tecnológica y una dinámica para lograrlo. De no ser así, persistiríamos en la situación de dependencia tecnológica que históricamente ha caracterizado a nuestra economía nacional.

