



## **PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE MAESTRIA EN NANOCIENCIAS**

### **1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA**

El estudio de las nanociencias y las aplicaciones nanotecnológicas que se están desarrollando actualmente y las que seguramente vendrán en el futuro próximo, constituye una estrategia prioritaria para el desarrollo de Baja California y para el país en general. El CNyN-UNAM en colaboración con el CICESE ha respondido a este imperativo del siglo XXI y han propuesto un plan de estudios acorde a estas necesidades y que responde fundamentalmente a la formación de recursos humanos altamente capacitados en estas áreas emergentes.

En los últimos años se ha vivido una creciente demanda, tanto en el ámbito académico como en el industrial, de personal capacitado en áreas de nanociencias y nanotecnología. En la actualidad, en el país se ofrecen del orden de 20 licenciaturas y 10 posgrados que tienen la palabra nanotecnología en su nombre. Por ese sólo hecho, empieza a crecer la demanda para la formación de profesionistas a nivel maestría y doctorado para desempeñarse en este campo. Particularmente, en Baja California, al igual que en otros estados del país, se observa una transformación del panorama industrial en donde en algunos de los procesos o productos hacen uso de la nanotecnología. Ahora, no solo la industria maquiladora que durante décadas ha existido en nuestra región, sino también la biotecnología regional, la medicina y el medio ambiente son sectores que empiezan a ser impactados con un mayor aporte tecnológico, innovación y de seguridad hacia la nanotecnología. Así, la demanda por personal calificado en áreas relacionadas con resolver aspectos fundamentales de las nanociencias, así como el procesamiento de nanomateriales, bio-nanomateriales, nuevos materiales y en particular, con algunos aspectos de las nanociencias, se ha ido incrementando a nivel regional y nacional. La posibilidad de hacer investigación y desarrollo de proyectos en conjunto con las empresas, es un factor que aportará recursos económicos y generará demanda de recursos humanos altamente capacitados. Para cubrir estas demandas nuestro posgrado se subdivide en Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC). El esquema por LGAC permite que el programa de maestría reciba egresados de licenciaturas tan diversas como: física, ingeniería en nanotecnología, ingeniería en electrónica, ingeniería química, ingeniería bioquímica, biología, entre otras carreras relacionadas. Las LGAC tiene dos ejes prioritarios: a) la generación de conocimiento nuevo a través de investigación básica y b) el desarrollo de investigación aplicada en nanomateriales, materiales avanzados, nanocatalisis, bionanotecnología, entre otras áreas relacionadas.

Vale la pena resaltar, por otro lado, el carácter interinstitucional y multidisciplinario de este programa de posgrado, estableciendo una sinergia entre cursos básicos y avanzados. Esta correlación es un aspecto novedoso que abre un panorama amplio de investigación con la



## Dirección de Estudios de Posgrado

## Maestría en Ciencias en Nanociencias

posibilidad de que los estudiantes se involucren en áreas complementarias mediante co-tutorías, ofreciendo a los estudiantes una mayor movilidad tanto nacional como internacional propiciando una formación más integral. El equipamiento experimental con que cuentan conjuntamente el CNYN y el CICESE, en las áreas de interés de este programa, constituye también un factor importante en la formación de los estudiantes. Aquí se incluyen las Unidades de Nanocaracterización y Nanofabricación, en proceso de consolidación en el CNYN.

En conclusión, el programa de Posgrado en Nanociencias es un programa flexible y dinámico cuyo principal aporte es en la formación de recursos humanos de alto nivel en el campo de las nanociencias y la nanotecnología.

### 1.2 OBJETIVOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

#### OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo del plan de estudios del programa de maestría es la formación de recursos humanos de alto nivel con énfasis especial en las nanociencias y sus aplicaciones. Debido al carácter multidisciplinario del programa, nuestros egresados deberán tener una sólida preparación básica en física, química o biología y estar capacitados para resolver problemas en el estudio teórico o experimental de la estructura cristalina y las propiedades de la materia a la escala nanométrica y/o su simulación computacional. Por esta razón el plan de estudios está planeado para que los estudiantes reciban una formación integral tomando cursos de las diferentes LGAC distribuidos a través de los cursos básicos y avanzados.

#### OBJETIVOS PARTICULARES

- Ofrecer un plan cuatrimestral flexible y dinámico con facilidad de ser actualizado frecuentemente.
- Que los estudiantes adquieran los conocimientos básicos de cada una de las LGAC desarrollando un trabajo de tesis en la línea de su elección.
- Que los estudiantes tengan una formación integral mediante la movilidad nacional e internacional .
- Dar seguimiento a la evolución de los estudiantes mediante reuniones cuatrimestrales de avance de tesis con un comité de tesis y mediante presentaciones anuales en el Congreso Estudiantil.
- Fomentar el conocimiento del impacto de las naonociencias y nanotecnología en la salud y el medio ambiente ofreciendo seminarios al respecto.

#### METAS

- Elevar la eficiencia terminal del programa de maestría.
- Proveer una formación integral y multidisciplinaria en el campo de las nanociencias.

### 1.3 PERFIL DE INGRESO

El aspirante que desee ingresar a este programa deberá presentar el siguiente perfil:

- Poseer el grado de licenciatura en alguna de las áreas de ciencias físico-matemáticas e ingenierías y químico-biológicas.
- Deberá tener una sólida preparación en matemáticas, física, química o biología y manejo elemental de programas computacionales obteniendo un mínimo de 500 puntos en la Prueba de Admisión a Estudios de Posgrado (PAEP) o su equivalente.
- Es indispensable que tengan dominio de la comunicación verbal y escrita, en el idioma español e inglés (400 puntos TOEFL o equivalente)
- Tener una serie de actitudes y aptitudes deseables como son: iniciativa, perseverancia, creatividad, imaginación, independencia, buenos hábitos en el trabajo, facilidad de comunicación y organización que serán evaluadas mediante una entrevista con el CPP.

Los estudiantes inscritos en la Maestría en Nanociencias deberán tener dedicación de tiempo completo y estar sujeto a las disposiciones que marcan la Normativa Interna correspondiente.

### 1.4 PERFIL DE EGRESO

El programa complementa cursos teóricos y experimentales, movilidad nacional e internacional para alcanzar los objetivos planteados y de esta manera los egresados tengan una formación interdisciplinaria con los elementos para resolver problemas que suceden a escala manométrica. El egresado estará capacitado en el manejo de instrumentos especializados de síntesis y caracterización de nanomateriales, biomateriales o metodologías teóricas para su estudio y simulación. Podrá integrarse a grupos de investigación con capacidad, bajo supervisión, de realizar investigación de nanomateriales avanzados de importancia tecnológica. Podrá tener experiencia en manejo profesional de programas computacionales, 'software' elementales y códigos para la simulación computacional. Podrá participar en el proceso de publicación de resultados en revistas de investigación de circulación internacional y colaborar en el planteamiento de proyectos de investigación en su área de especialidad. Podrán comunicar, de forma oral o escrita, los resultados de sus investigaciones y contarán con los conocimientos y habilidades necesarios para proseguir sus estudios de doctorado, realizar actividades de docencia en nivel licenciatura o bien integrarse a la industria de innovación tecnológica.

### 1.5 MAPA CURRICULAR

La Maestría en Ciencias en Nanociencias es un programa interinstitucional y multidisciplinario. Los cursos obligatorios deberán ser tomados por todos los alumnos y se seleccionarán de acuerdo a las prioridades de las LGAC. Está estructurado por cuatro LGAC: Física de Nanoestructuras y Materiales

Dirección de Estudios de Posgrado

Maestría en Ciencias en Nanociencias

Avanzados (FNMA), Fisicoquímica de Nanomateriales y Nanocatálisis (FQNC), Nanofotónica (NF) y Bionanotecnología (BN).

El plan de estudios incluye cursos obligatorios y cursos optativos que se dividen en básicos y avanzados, todos relacionados con cada una de las LGAC. Además, las líneas de investigación de los tutores no solo se adecúan en cada LGAC, sino también permite la realización de proyectos conjuntos o co-tutorías entre LGAC. Este esquema permite los estudiantes tomen cursos de otros posgrados, cuando estén incluidos en su plan personal de estudios y sean aprobados por el Consejo de Programa de Posgrado (CPP). Este hecho permite tener un plan de estudios transversal de acuerdo a las necesidades de los proyectos que ejecutan los estudiantes. Existen también cursos de apoyo de redacción de inglés, de gestión y apoyo académico.

El programa de maestría consta de un mínimo de 54 créditos que deberán acreditarse en los primeros 3 cuatrimestres y en los siguientes 3 cuatrimestres el desarrollo de un proyecto de investigación que deberá ser reportado en una tesis y defendido ante un comité. El total de créditos del plan de estudios se distribuye como sigue: 12 créditos clasificados como cursos obligatorios y 42 créditos (como mínimo) en cursos optativos divididos en cursos básicos (24 créditos mínimo) y cursos avanzados (18 créditos mínimo). El tiempo estimado de estudio es de 6 cuatrimestres.

Si un alumno de nuevo ingreso no ha definido su tutor o proyecto de tesis durante su primer año, se le asignará uno de acuerdo con su LGAC de interés, con la finalidad de orientarlo y definir su plan personal de estudios. Al terminar el primer año, el estudiante deberá definir un anteproyecto de tesis e integrar un comité de tesis.

En la siguiente tabla se resume la carga de materias por cuatrimestres, las actividades esenciales del cuatrimestre, cursos correspondientes a cada LGAC y observaciones que los alumnos deberán considerar:

CUATRIMESTRE	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 18 créditos en cursos optativos básicos</li> <li>➤ Seminario I*</li> </ul>	
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 6 créditos en cursos obligatorios</li> <li>➤ 6 créditos en optativos-básicos</li> <li>➤ 6 créditos en optativos-avanzados</li> <li>➤ Seminario II*</li> </ul>	

<b>III</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 6 créditos en cursos obligatorios</li> <li>➤ 12 créditos en cursos optativos-avanzados</li> <li>➤ Seminario III*</li> </ul>	En este cuatrimestre el alumno deberá completar el 100% de los créditos, entregar su anteproyecto de tesis y registrar su comité de tesis.
<b>IV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trabajo de tesis</li> </ul>	Al finalizar el cuatrimestre, presentar 1er informe de avance de tesis.
<b>V</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trabajo de tesis</li> </ul>	Al finalizar el cuatrimestre, presentar 2º informe de avance de tesis.
<b>VI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trabajo de tesis</li> </ul>	Al finalizar el cuatrimestre se deberá defender el trabajo de tesis.
* Cursos obligatorios, sin créditos		

En las siguientes tablas se listan los cursos obligatorios y optativos (Básicos y Avanzados), su modalidad, los créditos y/o la LGAC a la que pertenecen:

<b>CURSOS OBLIGATORIOS</b> (mínimo 12 créditos)	<b>MODALIDAD</b>	<b>CREDITOS</b>	<b>LGAC</b>
Laboratorio de Investigación	Curso-laboratorio	6	TODAS
Anteproyecto de tesis	Taller	6	TODAS
Seminario I	Seminario	0	TODAS
Seminario II	Seminario	0	TODAS
Seminario III	Seminario	0	TODAS

<b>CURSOS OPTATIVOS BÁSICOS</b> (mínimo 24 créditos)	<b>MODALIDAD</b>	<b>CREDITOS</b>	<b>LGAC</b>
Biología celular y molecular*	Curso	6	BN
Biología molecular avanzada*	Curso	6	BN
Bioquímica*	Curso	6	FQNC/BN
Estado sólido	Curso	6	FNMA/FQNC
Estructura de los materiales	Curso-laboratorio	7	FNMA/FQNC
Física estadística	Curso	6	FNMA
Fisicoquímica I (Termodinámica)	Curso	6	FQNC
Fisicoquímica II (Cinética Química)	Curso	6	FQNC

Dirección de Estudios de Posgrado

Maestría en Ciencias en Nanociencias

Fisicoquímica III (Catálisis)	Curso	6	FQNC
Fisiología microbiana*	Curso	6	BN
Genética microbiana*	Curso	4	BN
Guías de onda y fibras ópticas*	Curso	4	NF
Inmunología *	Curso	6	BN
Interacción célula bio/nanomateriales	Curso	6	BF
Láser*	Curso	4	NF
Matemáticas generales	Curso	6	TODAS
Mecánica cuántica	Curso	6	FMNA/NF
Nanotoxicología	Curso	6	BN
Ondas electromagnéticas*	Curso	4	NF/FNMA
Propiedades ópticas de sólidos	Curso	6	FNMA
Química de materiales	Curso	6	FQNC
Semiconductores	Curso	6	FNMA
Técnicas microbiológicas*	Curso	3	BN
Teoría cuántica de sólidos	Curso	6	FNMA
Virología molecular con un enfoque en Bionanotecnología*	Curso	6	BN

<b>CURSOS OPTATIVOS AVANZADOS</b> (mínimo 18 créditos)	<b>MODALIDAD</b>	<b>CREDITOS</b>	<b>LGAC</b>
Átomos y moléculas	Curso	7	FNMA/FQNC
Biocatálisis	Curso-laboratorio	6	FQNC
Circuitos ópticos*	Curso	4	NF
Computación cuántica y sistemas entrelazados	Curso-taller	7	FNMA
Diagnóstico óptico de plasma	Curso-laboratorio	6	FNMA
Electroquímica	Curso	6	FQNC
Física de superficies	Curso-laboratorio	6	FNMA/FQNC
Fundamentos de espintrónica	Curso	6	FNMA
Fundamentos de micro y nanofabricación	Curso	6	FNMA
Introducción a la biología cuántica	Curso	6	BN
Introducción a la plasmónica*	Curso	2	NF
Introducción a la óptica cuántica*	Curso	2	NF
Magnetismo	Curso	6	FNMA
Materiales luminiscentes con aplicaciones médico biológica	Curso-laboratorio	6	BN
Materiales luminiscentes y aplicaciones	Curso-laboratorio	7	FNMA/FQNC
Métodos básicos y avanzados de microscopías de fuerza atómica	Curso	6	FNMA/FQNC
Métodos bioquímicos	Curso-laboratorio	6	BN

Dirección de Estudios de Posgrado

Maestría en Ciencias en Nanociencias

Métodos de bioinformática	Curso	6	BN
Microscopías electrónicas	Curso-laboratorio	7	FNMA/FQNC
Microfluídica*	Curso	4	NF
Nanoindentación en películas delgadas	Curso-laboratorio	7	FNMA
Óptica de interacciones resonantes*	Curso	2	NF
Óptica no lineal*	Curso	4	NF
Opto-electrónica*	Curso	4	NF
Optomecánica cuántica	Curso	6	FNMA
Películas delgadas*	Curso	3	NF
Propiedades físicas de los materiales	Curso-laboratorio	7	FNMA
Química de proteínas*	Curso	6	BN
Regulación de la expresión genética en bacterias*	Curso	6	BN
Señales y sistemas*	Curso	3	NF
Simulación computacional de materiales	Curso	6	FNMA
Simulación molecular de sistemas biológicos	Curso-laboratorio	6	BN
Sistemas automáticos de medición*	Curso	3	NF
Técnicas avanzadas de caracterización de catalizadores heterogéneos	Curso-laboratorio	6	FQNC
Técnicas modernas de microscopías laser *	Curso	4	NF
T. S de bionanotecnología	Curso	6	BN
T. S. de biología para las nanociencias	Curso	6	BN
T. S. Estructura electrónica de materiales	Curso	6	FNMA
T. S. Ferroelectricidad	Curso	6	FNMA
T. S. de física de nanoestructuras	Curso	6	FNMA
T. S. en nanociencias	Curso	6	BN
F.S. Policristales: estructuras, texturas y anisotropías macroscópicas	Curso	6	FNMA

CURSO DE APOYO	MODALIDAD	CREDITOS	LGAC
Gestión tecnológica y creación de valor de proyectos científicos	Curso	4	TODAS
Redacción de textos científicos en inglés (MC)	Curso-taller	6	TODAS

\*Materias que se ofertan en otros posgrados en CICESE

**LINEAS DE GENERACION DE APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO**

- **FNMA**- Física de Nanoestructuras y Materiales Avanzados
- **FQNC**- Físicoquímica de Nanomateriales y Nanocatálisis
- **BN**- Bionanotecnología





- NF- Nanofónica

## 1.6 ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El programa de Maestría es un programa interinstitucional, fruto de una colaboración entre el CICESE y la UNAM, que se ofrece desde 1986. Desde su inicio ha ido evolucionando y adaptándose a los cambios en el entorno académico y social. Sus líneas de investigación se han ido transformando para pasar de un conjunto de temas que podían describirse como Física de Materiales en 1986, después Ciencias de la Materia Condensada y en la última década ambas instituciones han enfocado su fortaleza académica hacia la investigación y las implicaciones de las Nanociencias. Esto ha involucrado la constante renovación y actualización de los planes de estudio acorde a los cambios históricos mencionados anteriormente. Por estas razones y siguiendo las recomendaciones del PNPC de 2012, ahora el plan de estudios se ha actualizado y de ser un sistema rígido (físico-matemáticas e ingenierías) es ahora más flexible ya que se han incorporado nuevos áreas del conocimiento como la biotecnología y la fotónica. Así, el esquema de las cuatro LGAC descritas en el mapa curricular nos condujo a reformar el plan de estudios en 2017. Esta actualización incluye cursos obligatorios y cursos optativos que se dividen en básicos y avanzados, todos relacionados con cada una de las LGAC. De tal modo que el plan de estudios permite complementar la formación del estudiante a través de cursos avanzados en ambas instituciones o en instituciones nacionales o internacionales. Es importante mencionar que la actualización de los planes de estudio y su renovación son analizados y en su caso aprobados bajo los criterios de la normativa interna que rige al programa de maestría y las sugerencias acerca de la actualización de los cursos son consensuadas por el CPP.

## 1.7 OPCIONES DE GRADUACIÓN

El grado de Maestría se obtiene después de aprobar un examen de defensa de tesis ante un jurado. Para ello, se requiere cumplir con todas las condiciones de permanencia que indica el REP; aprobar los créditos de acuerdo con el plan de estudios y las evaluaciones pertinentes del comité de tesis.

Entregar, por lo menos una semana antes de que se efectúe la defensa pública, la tesis encuadrada y previamente aprobada por el Comité de Tesis y la Dirección de Servicios Escolares (DSE) a los miembros del Comité, a la biblioteca, al coordinador del posgrado y a la DSE.

## 1.8 IDIOMA

En los criterios de admisión en maestría, cada vez adquiere más peso el dominio del idioma inglés que muestre el aspirante. El examen de ingreso tiene una sección de inglés y se analiza el puntaje específico que obtiene el aspirante. Se espera que tenga más de 50 puntos en esa sección. En las entrevistas que se realizan a los aspirantes, se indaga acerca del dominio del idioma inglés. Este aspecto es determinante para muchas acciones de movilidad, participación en simposios, talleres y





## Dirección de Estudios de Posgrado

## Maestría en Ciencias en Nanociencias

seminarios que frecuentemente se ofrecen en ese idioma. Para subsanar posibles deficiencias, se incorporó un curso denominado Redacción de Textos Científicos en inglés, de 6 créditos, que es opcional para alumnos de maestría. La ubicación geográfica de Ensenada favorece interacciones con universidades y centros de investigación en California, E.U.A., y los estudiantes deben tener la capacidad de aprovechar esta circunstancia.

### **1.9 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS.**

Los estudiantes del programa de Maestría cuentan con actividades complementarias a sus estudios formales. Destacamos:

a) Un congreso estudiantil anual organizado por el CPP en donde participan estudiantes de maestría y doctorado. Aquí, los estudiantes de maestría presentan sus avances de investigación de forma oral ante sus pares y un comité evaluador designado por el CPP. Esta práctica nos permite realizar un diagnóstico general para detectar debilidades y fortalezas, tanto en los proyectos, la presentación de los estudiantes y eficiencia terminal. La participación es obligatoria para todos los estudiantes que ya estén desarrollando su trabajo de tesis.

b) Dentro de la Dirección de Estudios de Posgrado del CICESE se cuenta con área de bienestar estudiantil la cual organiza actividades recreativas y deportivas en donde los estudiantes pueden participar. Recientemente se inauguró un gimnasio equipado con una cancha para basquetbol y aparatos diversos para ejercicio físico. Por parte en el CNyN se cuenta con una cancha de futbol con pasto artificial, mesas para tenis de mesa y una cancha abierta para basquetbol, voleibol y otras actividades deportivas.

c) Los estudiantes de posgrado también tienen facilidades y acceso a actividades artísticas y culturales que ofrece el Centro Estatal de las Artes de Ensenada (CEARTE) como grupos de danza (folklórica, tango, danzón, etc.), teatro y fotografía entre otras actividades. Desde hace muchos años, la comunidad académica de Ensenada formó el “Coro Pro-Música Ensenada” y los estudiantes aficionados al canto participan libremente.

d) El CNyN organiza cada año diferentes eventos de divulgación de la ciencia como la Escuela Nacional de Nanociencias, Jóvenes a la Investigación, Taller de Ciencia para Jóvenes, Noche de las Estrellas y el Festival del Conocimiento. En todos ellos los estudiantes del posgrado participan colaborando con los investigadores en la atención a los estudiantes de bachillerato y licenciatura, elaborando material didáctico y experimentos demostrativos.