



CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES AVANZADOS S.C.

PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN CIENCIA DE MATERIALES

8 CICLOS SEMESTRALES: DURACION DEL CICLO 20 SEMANAS

MODALIDAD: ESCOLARIZADA

CLAVE DEL PLAN DE ESTUDIO: 505609

**ANTECEDENTES ACADEMICOS DE INGRESO**

Poseer el grado de maestría en áreas afines a la ciencia de materiales con un promedio mínimo general de 80.

Dominio del idioma inglés (500 puntos de TOEFL ETS)

Obtener un puntaje superior a la media en el Examen nacional de ingreso al posgrado EXANI III de investigación. (este requisito no aplica para aspirantes del extranjero)

Los aspirantes con estudios en el extranjero deberán presentar el documento de la obtención de su grado debidamente revalidado por la SEP.

**JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN**

Anualmente, en México se gradúan 3 mil 250 estudiantes de doctorado y sólo uno de cada seis alumnos de posgrado cursa sus estudios en algún plan reconocido por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

De acuerdo con un análisis de la Subsecretaría de Educación Superior (SES), el déficit de los graduados de doctorado sigue siendo preocupante. Tan sólo en Brasil, el número ascendió a 12 mil profesionales con ese grado, mientras que 41 mil obtuvieron el título de maestría en 2010.

La dependencia educativa también considera preocupante la composición de la matrícula por área de conocimiento. El peso de las ciencias sociales y administrativas y de la educación y humanidades aumentó en el quinquenio anterior de 51.6 por ciento a 58.9 por ciento en doctorado y de 77.2 por ciento a 79.7 por ciento en maestría.

Simultáneamente, las áreas de ciencias naturales y exactas y de ingeniería y tecnología cayeron de 17.7 por ciento a 14.8 por ciento en el doctorado y de 34 por ciento a 30.5 por ciento en la maestría.

Además, persiste la elevada concentración de la oferta de posgrado en unos cuantos centros urbanos del país. Las principales cuatro zonas metropolitanas –México, Guadalajara, Monterrey y Puebla– concentran hoy día 64 por ciento de la matrícula del nivel de especialidad, 43 por ciento de maestría y 52 por ciento de doctorado.

El informe precisa que en la actualidad hay cerca de 251 mil estudiantes de posgrado, lo que representa casi 76 de cada mil alumnos en la educación superior.

La gran mayoría de los inscritos, 72 de cada 100, realiza estudios de maestría, y una minoría,





11 de cada 100, cursa doctorado.

En el ciclo anterior, egresaron más de 5 mil jóvenes del doctorado, cifra que aunque duplica el egreso de 2005 es insuficiente. El déficit de graduados es importante, pese a que la matrícula del doctorado casi se triplicó y la de maestría aumentó 77 por ciento en los pasados cinco años.

El análisis indica que la demanda de profesores de tiempo completo con posgrado aumentará rápidamente en los próximos años.

Las proyecciones disponibles estiman que el incremento neto anual podría variar en un rango de entre 6 mil 600 a 10 mil 100 docentes de tiempo completo. Por ello es que, de no acelerar el paso en el posgrado, no seremos capaces de cubrir la demanda de docentes asociada a la expansión de la matrícula de la educación superior, apunta la SES.

En los próximos años será esencial promover la matrícula de doctorado y realizar los esfuerzos pertinentes para acrecentar el número de graduados por año dedicados a las labores de investigación y desarrollo tecnológico e innovación.

Es deseable incrementar en forma sostenida la matrícula del doctorado en el corto plazo, paralelamente con un número de profesores-investigadores pertenecientes al SNI. Esta medida sin duda garantizaría la elevación del cociente de asesores para la investigación por alumno, lo que redundaría en un haz de opciones para los futuros doctores al seleccionar los tutores y líneas de investigación acordes a sus preferencias y capacidades. Esto también contribuiría a que uno o varios alumnos se pudieran adherir a los equipos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Los centros de investigación del Conacyt cuentan con alrededor de 1,436 investigadores del SNI, y sería deseable la existencia de un mayor número de doctores en los centros de investigación con vocación científica y en aquellos dedicados al quehacer tecnológico, lo que les permitiría abocarse a tareas de mayor aliento y crecimiento, facilitando por consiguiente la creación de mejores productos y servicios.

La industria de la transformación demanda el desarrollo de nuevas tecnologías y la optimización de procesos que permitan incrementar la productividad, disminuir los costos de producción y aumentar el valor agregado de los bienes de consumo. El alto valor agregado de un nuevo producto o uno mejorado depende esencialmente de su desempeño en el desarrollo de sus características funcionales. Esta necesidad de mejora continua en los productos y procesos industriales recae en el desarrollo de nuevos dispositivos basados en nuevos materiales con nuevas propiedades o propiedades renovadas y optimizadas. Esto abre una amplia posibilidad de desarrollo a la Ciencia de Materiales, cuya tarea es sintetizar, caracterizar e implementar nuevos materiales con alto potencial en aplicaciones tecnológicas diversas. De ahí la importancia de la formación de capital humano con vocación científica para la investigación en ciencia de materiales.

En el año 2013 se realizó el diagnóstico del programa de Doctorado en Ciencia de Materiales de CIMAV con los siguientes resultados:





- a) Vigencia y congruencia de la fundamentación y estructura académica del plan de estudios, en relación con los avances del conocimiento y con las necesidades de la institución y del país.  
Se compararon y contrastaron las Líneas de Generación del Conocimiento en el entorno regional, nacional e internacional, se determinaron LGCA competitivas y relacionadas al perfil de egreso de los estudiantes de este programa, lo que mantiene la vigencia de las líneas de investigación.
- b) Congruencia entre competencia planteada y organización del plan de estudios.  
Se determina que las acciones sustantivas del programa para la formación de investigadores deberán complementarse con actividades de formación y complementarias de investigación que permitan el desarrollo de competencias cognitivas, instrumentales y valorales.
- c) Suficiencia de los recursos con que se cuenta.  
El programa cuenta con un Núcleo Académico Básico sólido que permite la formación de calidad.
- d) Número de alumnos que ingresan con relación al número de alumnos egresados.  
El programa cuenta con demanda de ingreso en el entorno regional, nacional e internacional. Se analiza perfil de los estudiantes que ingresan a este programa y se determina que en Educación Superior el número de estudiantes con este perfil es limitado.
- e) Congruencia entre las Competencias planeadas, los conocimientos y capacidades que adquirieron los alumnos que los cursaron.  
El seguimiento de egresados determina que los egresados de este programa tienen impacto en el desarrollo de su profesión.
- f) Operatividad de la metodología educativa, en lo particular de la relacionada con la práctica investigativa.  
Se conforma un plan de actividades complementarias para la formación en investigación.

#### OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios del Doctorado en Ciencia de Materiales ofrece a sus estudiantes una formación de alto nivel académico, caracterizada por cinco ejes centrales:

1. Desarrollar una formación de excelencia multidisciplinaria en el campo de la Ciencia de Materiales; que comprenda el estudio de la síntesis, el procesamiento, la estructura y las propiedades de los materiales.
2. Formar a los estudiantes para el dominio de diversas técnicas analíticas, experimentales y computacionales, relacionadas con el diseño, la caracterización y la evaluación de los materiales.
3. Entrenar a los estudiantes para la divulgación de la investigación en forma de publicaciones y conferencias.
4. Capacitar a los estudiantes para vincularse a los diferentes sectores de la sociedad mediante la investigación orientada a resolver las problemáticas actuales.
5. Formar investigadores con altos niveles de excelencia, ética, originalidad e independencia científica.





#### PERFIL DEL EGRESADO

El egresado del Doctorado en Ciencia de Materiales, desarrollará las siguientes competencias:

##### COMPETENCIAS COGNITIVAS

El egresado tendrá la capacidad de realizar investigación científica con sentido creativo, crítico, objetivo y con una comprensión profunda del estado del arte de su campo de especialidad.

El egresado tendrá la capacidad de adaptarse al mercado laboral, aprovechando las oportunidades teniendo en cuenta reorientarse hacia tendencias novedosas importantes en su campo o campos nuevos requeridos por su entorno profesional.

El egresado será capaz de generar conocimiento de forma autodidacta, original, innovadora e independiente para el enriquecimiento del conocimiento de la Ciencia e Ingeniería de Materiales que sean aplicables en la industria y/o en la academia.

El egresado tendrá los conocimientos necesarios para aportar la componente científica del trabajo de un profesor universitario en disciplinas afines a la Ciencia de Materiales

##### COMPETENCIAS INSTRUMENTALES

Desarrollar capacidades metodológicas para el manejo de equipo científico, entendimiento de técnicas experimentales y uso de laboratorio afines a la ciencia de materiales.

El egresado será capaz de crear o adaptar nuevas técnicas experimentales de medición, de cálculo y/o de síntesis, así como establecer procedimientos de operación de equipos e instrumentos;

Aplicar con conocimiento y rigor científico las técnicas experimentales y/o modelos teóricos aprendidos durante su formación.

Procurar sistemáticamente la comprensión objetiva de los resultados experimentales y/o teóricos obtenidos.

Desarrollar competencias docentes para la conducción de grupos de aprendizaje de Educación Superior y Posgrado en el uso de técnicas experimentales y/o modelos teóricos aprendidos durante su formación.

##### COMPETENCIAS VALORALES

Capacidad de ejercer con valores éticos su actividad profesional. El egresado adquirirá los valores que deben caracterizar al científico y a su actividad, tales como: la disciplina, el respeto, la honestidad y el compromiso con la verdad.

El egresado de este programa estará en capacidad de desarrollar actitudes como: curiosidad, disposición al análisis reflexivo y crítico, disposición a la discusión, valoración de argumentos distintos a los propios, autoconfianza, imaginación, creatividad, responsabilidad social, respeto y tolerancia por las personas y las ideas, espíritu colaborativo.

Capacidad de realizar investigación científica, desarrollo tecnológico y/o formación de recursos humanos con criterios de excelencia y profesionalismo

Capacidad de liderazgo en el ámbito del conocimiento de la Ciencia e Ingeniería de Materiales para contribuir a impulsar el desarrollo sustentable regional y nacional de los sectores productivo y social.

#### PLAN DE ESTUDIOS

##### OPERACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS:

###### A. Cursos básicos







El objetivo de estas asignaturas es desarrollar habilidades analíticas y argumentativas, promoviendo la discusión de resultados producto de la investigación científica por lo que tendrán el carácter de autodidactas puesto que serán desarrolladas en forma de seminarios por los propios estudiantes bajo la orientación del profesor de la asignatura.

**B. Actividades obligatorias de investigación**

El objetivo de estas asignaturas es dar seguimiento al desarrollo del proyecto de investigación del estudiante y al cumplimiento de las evidencias de desempeño semestrales. El curso estará a cargo del director de la tesis y será evaluado por el Comité Tutorial.

**C. Actividades complementarias de investigación**

El objetivo de estas asignaturas es la formación integral del estudiante. Son de carácter optativo a excepción del Seminario de Ciencia de Materiales.

CURSOS BÁSICOS					
ACTIVIDADES OBLIGATORIAS DE FORMACIÓN					
Clave	Créditos	Horas por semana	Pre-requisitos	Co-requisitos	Materia
101	12.5	10		102	Temas Selectos de Ciencia de Materiales 1
201	12.5	10	101	202	Temas Selectos de Ciencia de Materiales 2
301	12.5	10	201	302	Temas Selectos de Ciencia de Materiales 3
401	12.5	10	301	402	Temas Selectos de Ciencia de Materiales 4
501	12.5	10	401	502	Temas Selectos de Ciencia de Materiales 5
601	12.5	10	501	602	Temas Selectos de Ciencia de Materiales 6

MATERIAS DE INVESTIGACIÓN					
ACTIVIDADES OBLIGATORIAS DE INVESTIGACIÓN					
Clave	Créditos	Horas por semana	Pre-requisitos	Co-requisitos	Materia
102	12.5	10		101	Proyecto de Investigación Producto: Protocolo de investigación
202	12.5	10		201	Investigación I
302	12.5	10		301	Investigación II
402	12.5	10		401	Investigación III
502	12.5	10		501	Investigación IV
602	12.5	10		601	Investigación V
702	12.5	10	501-502		Elaboración de tesis





802	30	24	501-502		Tesis
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS OPTATIVAS DE INVESTIGACIÓN					
Deberán cursarse entre el tercero y séptimo semestre. Se realizará de forma obligatoria la participación en el Seminario de Ciencia de Materiales, además deberá cursarse como mínimo otra actividad complementaria.					
Clave	Créditos	Horas por semana	Pre-requisitos	Co-requisitos	Materia
S08**	10	1			Seminario de Ciencia de Materiales
S09	2.5	2	202		Seminario de Redacción Científica
S10	2.5	2			Seminario de comunicación didáctica
S11	10	8	202		Estancia de investigación

\*\*Obligatoria. Estos créditos se cursarán durante los 8 semestres del programa y serán aprobados con la asistencia mínimo al 80% de la sesiones como lo marca el Reglamento de Estudios de Posgrado.

LGAC			
Materiales metálicos	Materiales cerámicos	Materiales base polimérica	Modelado y simulación computacional
Objetivo: Diseñar, sintetizar y caracterizar materiales base metálica	Objetivo: Sintetizar y caracterizar materiales cerámicos funcionales y estructurales	Objetivo: Sintetizar y caracterizar materiales poliméricos termoplásticos y termofijos	Objetivo: Modelar y simular nuevos materiales y procesos industriales mediante métodos computacionales.
Temas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis y caracterización de materiales metálicos</li> <li>Síntesis y caracterización de materiales compuestos base metálica</li> <li>Recubrimientos funcionales y decorativos</li> <li>Estudio de propiedades físicas y mecánicas de superaleaciones base níquel, soldaduras libres de plomo</li> </ul>	Temas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis y caracterización de materiales cerámicos, relación estructura-propiedades</li> <li>Síntesis y caracterización estructural, eléctrica y óptica de películas delgadas de óxidos metálicos</li> <li>Síntesis y funcionalización de nano-partículas de compuestos cerámicos</li> </ul>	Temas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis de nanocompuestos y materiales poliméricos electroconductores</li> <li>Síntesis de nanoestructuras base carbono (nanotubos, grafeno, fullerenos)</li> <li>Caracterización propiedades mecánicas de polímeros</li> <li>Funcionalización de nanopartículas con grupos orgánicos</li> <li>Desarrollo de</li> </ul>	Temas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelado nanomolecular de fotosíntesis artificial, materiales fotovoltaicos híbridos y química computacional</li> <li>Mecánica computacional, comportamiento mecánico de materiales y estructuras</li> <li>Simulación de propiedades de materiales</li> </ul>





<ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntesis y funcionalización de nano-partículas metálicas</li> <li>• Estudio y caracterización estructural de materiales metálicos nanométricos mediante microscopia electrónica avanzada, nanoidentación</li> <li>• Corrosión de materiales metálicos en alta y baja temperatura, análisis de falla y predicción de vida residual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntesis y caracterización de materiales magnéticos, superconductores, espintrónicos y efecto magneto-calórico</li> <li>• Síntesis de recubrimientos nanoestructurados</li> <li>• Estudio y caracterización de materiales cerámicos nanoestructurados mediante microscopia electrónica avanzada</li> <li>• Síntesis de materiales opto-electrónicos, transistores basados en películas delgadas</li> <li>• Desarrollo de nuevos materiales para almacenamiento y aprovechamiento de energía renovable, celdas fotovoltaicas y catálisis.</li> <li>• Materiales nano-estructurados para aplicaciones catalíticas y fotocatalíticas, barreras térmicas y sónicas</li> </ul>	<p>sistemas eléctricos y opto-electrónicos de monitoreo distribuido basados en sensores poliméricos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntesis de nanomateriales orgánicos, inorgánicos y/o poliméricos en base a sistemas coloidales</li> <li>• Sistemas poliméricos como vehículo para liberación de fármacos</li> </ul>	<p>ferromagnéticos y ferro-eléctricos a escala nanométrica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculos ab-initio en sistemas nanométricos e interfaces.</li> <li>• Simulación, desarrollo, innovación y control de procesos industriales</li> </ul>
---	--	---	---

**SEMINARIO FINAL DEPARTAMENTAL**

Los alumnos deberán, previo a la definición de una fecha para la presentación de defensa de su examen de grado, presentar ante la comunidad académica en la cual se encuentre adscrito durante su formación, un seminario final de los resultados del trabajo de tesis, donde un comité de pares lo evaluará y en caso de haberlas, formulará observaciones y recomendaciones que enriquezcan la versión final de su tesis de acuerdo a lo establecido en





el Reglamento de Estudios de Posgrado.

#### SISTEMA TUTORAL

A cada uno de los alumnos inscritos se le asignará un Tutor que lo asistirá directamente en los términos establecidos en el Reglamento de Estudios de Posgrado.

##### Requisitos para tutores

Podrá ser tutor cualquier investigador del CIMAV o de otra institución, que sea acreditado por el Comité de Estudios de Posgrado, en los términos establecidos en el Reglamento de Estudios de Posgrado.

##### Funciones Tutoriales

El tutor tendrá la responsabilidad de establecer, junto con el alumno, el plan individual de actividades de formación, investigación y complementarias que éste seguirá, de acuerdo con el plan de estudios, y en su caso, de dirigir la tesis de grado.

#### NORMAS PARA LA EVALUACION CURRICULAR

La actualización de los planes y programas de estudio se realizará a partir de evaluaciones periódicas. Estas evaluaciones se realizarán mediante técnicas de valoración curricular que permitan determinar su validez, tanto interna como externa.

La Jefatura del Departamentos de posgrado convocará cada cinco años al Comité de Estudios de Posgrado a integrar una Comisión de Evaluación Curricular, en las que participarán los alumnos egresados, profesores y asesores de otras instituciones de investigación, así como de la Industria.

Esta Comisión de Evaluación Curricular valorará específicamente aspectos como:

Vigencia y congruencia de la fundamentación y estructura académica del plan de estudios, en relación con los avances del conocimiento y con las necesidades de la institución y del país.

Congruencia entre competencia planteada y organización del plan de estudios.

Suficiencia de los recursos con que se cuenta.

Número de alumnos que ingresan con relación al número de alumnos egresados.

Congruencia entre las Competencias planeadas, los conocimientos y capacidades que adquirieron los alumnos que los cursaron.

Operatividad de la metodología educativa, en lo particular de la relacionada con la práctica investigativa.

Vigencia de las líneas de investigación

